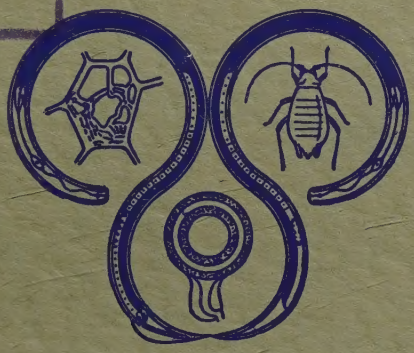
EXD

TIJDSCHRIFT OVER PLANTEZIEKTEN

COMMONWEALTH INST. OF ENTOMOLOGY LIBRARY
25 JAN 1960
SERIAL Ent. 86
SEPARATE

JAARGANG 65 - 1959

6e AFLEVERING



Uitgave van de

NEDERLANDSE PLANTEZIEKTENKUNDIGE VERENIGING

Onder redactie van

Mej. H. L. G. DE BRUYN; Dr. H. H. EVENHUIS;
Dr. J. A. A. M. H. GOOSSENS; Prof. Dr. A. J. P. OORT; Mevr. Ir. M. POST-BAKKER
en Prof. Dr. J. P. H. VAN DER WANT (Secretaris)

Redactie-adres: Laboratorium voor Bloembollenonderzoek,
Heereweg 345*a*, Lisse

BESTUUR
VAN DE NEDERLANDSE PLANTEZIEKTENKUNDIGE VERENIGING

Dr. P. M. L. Tammes, Wageningen, *Voorzitter*
Ir. J. A. J. Veenenbos, Plantenziektenkundige Dienst, Wageningen, *Secretaris*
Dr. A. P. Kole, Lab. v. Fytopathologie, Binnenhaven 4, Wageningen, *1e Penningmeester.* Postrekening no. 923165 ten name van Penningmeester van de Nederlandse Plantenziektenkundige Vereniging te Wageningen
Mevr. Ir. M. Post-Bakker, Lawickse Allee 80, Wageningen, *2e Penningmeesteresse*
H. P. Dijksterhuis, Garrelsweer
Dr. Ir. C. Mastenbroek, Hoofddorp
Prof. Dr. A. J. P. Oort, Wageningen
W. Tuin, Zuidwolde
Ir. J. Walrave, Wageningen

Lidmaatschap Ned. Planteziektenkundige Vereniging

Nederland, Suriname en de Nederlandse Antillen f 7,50, België f 7,50, Buitenland f 8,50. Leden ontvangen het tijdschrift gratis.

Abonnement Tijdschrift

Nederland, Suriname en de Nederlandse Antillen f 10,—, België f 10,—. Buitenland f 13,50 Betalingen op postrekening 923165 t.n.v. Penningmeester Ned. Planteziektenkundige Vereniging te Wageningen.

Advertentiën

Prijzen per plaatsing : ⅛ pag. f 12,50; ¼ pag. f 20,—; ½ pag. f 30,—; 1 pag. f 55,—.
Bij 3 maal plaatsen van dezelfde advertentie 10 procent korting.
Bij 6 maal plaatsen van dezelfde advertentie 20 procent korting.

Voor plaatsing wende men zich tot de secretaris der Redactie-Commissie, p.a. Heereweg 345*a*, Lisse, tel. 3747, of tot H. Veenman & Zonen N.V. - Wageningen, tel. 2242.

INHOUD

HOOFDARTIKELEN Blz.

A. M. VAN DOORN – Onderzoekingen over het optreden en de bestrijding van valse meeldauw *(Peronospora destructor)* bij uien. *With a summary: Investigations on the occurrence and the control of downy mildew (Peronospora destructor) in onions* 194

Y. VAN KOOT en H. J. M. VAN DORST – Virusziekten van de komkommer in Nederland. *With a summary: Virus diseases of cucumber in The Netherlands* 257

T. Pl.ziekten 65 (1959): 193–255

ONDERZOEKINGEN OVER HET OPTREDEN EN DE BESTRIJDING VAN VALSE MEELDAUW *(PERONOSPORA DESTRUCTOR)* BIJ UIEN[1]

With a summary: Investigations on the occurrence and the control of downy mildew (Peronospora destructor) *in onions*

DOOR

A. M. VAN DOORN

Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (I.P.O.), Wageningen

INHOUD

ALGEMENE INLEIDING 194

HOOFDSTUK I

ENKELE ASPECTEN VAN HET OPTREDEN VAN VALSE MEELDAUW 196
1. Symptomen en ontwikkeling gedurende het groeiseizoen 196
2. De overwintering 199
3. Factoren die de mate van uitbreiding bepalen 203

HOOFDSTUK II

HET VERBAND TUSSEN DE WEERSGESTELDHEID EN HET OPTREDEN VAN VALSE MEELDAUW 209
1. Laboratoriumonderzoek 209
1.1. Methodiek 210
1.2. De invloed van weersfactoren op de sporenvorming 210
1.3. De invloed van weersfactoren op de sporenkieming 213
1.4. De invloed van weersfactoren op de infectie 217
1.5. De invloed van weersfactoren op de incubatietijd 218
1.6. Bespreking 219
2. Veldonderzoek 220
2.1. Methodiek 221
2.2. Het verband tussen de microklimatologische omstandigheden in het gewas en het optreden van valse meeldauw 222
2.3. Het verband tussen klimatologische waarnemingen op 2,20 m hoogte en in het gewas 228
2.4. Bespreking 232

HOOFDSTUK III

DE BESTRIJDING VAN VALSE MEELDAUW 234
1. Cultuur- en sanitaire maatregelen 234
2. Warmtebehandeling 236
3. Chemische bestrijding 236
3.1. Methodiek 237
3.2. Bestrijding volgens vast tijdschema 239
3.3. Bestrijding, aangepast aan het optreden van kritieke weerssituaties 241
3.4. De invloed van zineb op de afrijping van het gewas 243

SAMENVATTING 246

SUMMARY 249

LITERATUUR 255

[1] Aangenomen voor publikatie 16 december 1959.

ALGEMENE INLEIDING

In 1951 werd door de Stichting Nederlandse Uienfederatie (S.N.Ui.F.) de aandacht gevestigd op de ernstige schade die door valse meeldauw (*Peronospora destructor* (Berk.) Casp.) werd aangericht en werd de wenselijkheid naar voren gebracht een onderzoek te doen verrichten naar de bestrijdingsmogelijkheden. Het grote economische belang van de uienteelt maakte dit onderzoek verantwoord. Het werd verricht op het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek.

Uit schattingen vóór 1952 kan worden aangenomen, dat de opbrengst van zaai-uien bij een matige aantasting door valse meeldauw met 10 % en bij een ernstige aantasting met 30 % kan worden verminderd. Bij een gemiddelde opbrengst van 30 ton per ha en een gemiddelde prijs bij de oogst van f 0,10 per kg, betekent dit reeds bij de oogst een geldelijk verlies van resp. f 300,– en f 900,– per ha. Bovendien wordt, vooral bij vroege aantasting, de houdbaarheid van de uien verminderd.

In 1952 werd een aanvang gemaakt met dit onderzoek. Voortbouwende op reeds eerder door anderen verkregen resultaten met de betrekking tot de bestrijding van valse meeldauw, werden in 1953 enige bestrijdingsmiddelen beproefd. Hierbij bleek, dat in de eerste plaats middelen op basis van zineb voor verder onderzoek in aanmerking kwamen.

Het verloop van de ziekte in het veld wordt gekenmerkt door perioden met plotselinge uitbarstingen, afgewisseld door perioden, waarin de aantasting vrijwel tot stilstand komt. Deze wijze van uitbreiding van *Peronospora destructor* was aanleiding tot het instellen van een onderzoek naar het verband tussen de weersomstandigheden en het optreden van valse meeldauw. Kan voor een ziekte een dergelijk verband vastgesteld worden, dan wordt het mogelijk de bestrijding te richten naar de weersomstandigheden en een berichtendienst in te voeren.

Het optreden van valse meeldauw wordt niet alleen bepaald door de weersomstandigheden maar mede door een aantal andere factoren. Deze factoren worden in hoofdstuk I in het kort behandeld. In hoofdstuk II wordt het onderzoek over de invloed van de weersomstandigheden op het optreden van valse meeldauw besproken. Het derde hoofdstuk handelt tenslotte over de bestrijdingsmogelijkheden, mede naar aanleiding van de in hoofdstuk II besproken resultaten.

In ons land wordt de uienteelt in verschillende vormen bedreven. Aangezien enkele van deze teeltwijzen in dit proefschrift geregeld zullen worden genoemd, is een verduidelijking ervan op deze plaats gewenst. Onder zaai-uien worden uien verstaan, die in het voorjaar gezaaid en in het najaar geoogst worden. Deze teeltvorm maakt het mogelijk, de uien gedurende de winter te bewaren tot het tijdstip, waarop de eigenaar afzet van het produkt gunstig acht. Zaai-uien worden, afhankelijk van het ras, van begin tot eind augustus geoogst. Aangezien ook eerder de exportmogelijkheden vaak gunstig zijn, is gezocht naar de mogelijkheid van vroege teelten. Als gevolg hiervan is de teelt van plantuien ingevoerd. Bij de teelt van plantuien wordt in het eerste jaar zeer dik gezaaid, waardoor kleine uitjes worden verkregen, die na een speciale behandeling gedurende de

winter, in het volgend voorjaar weer worden uitgeplant en een vroeg gewas consumptieuien opleveren. De teelt van plantuien is dus een tweejarige teelt. Er is nog een andere mogelijkheid om een vroeg gewas uien te verkrijgen nl. door reeds in de herfst te zaaien. De uien overwinteren als kleine plantjes en komen in het voorjaar tot snelle ontwikkeling. Er worden hierbij twee teeltvormen onderscheiden nl. de teelt van pootuien en winteruien. Pootuien worden op een plantbed gezaaid en in het voorjaar volvelds overgeplant. Winteruien worden direct volvelds gezaaid. Het risico voor uitwinteren maakt deze teelt weinig aantrekkelijk. De op deze wijze beteelde oppervlakte is dan ook zeer gering.

De teelt van uiezaad is een tweejarige teelt, waarbij gedurende de winter bewaarde uien het volgend jaar, in de eerste helft van maart, opnieuw worden gepoot teneinde zaadstengelvorming te verkrijgen.

Bij dit onderzoek hebben de S.N.Ui.F. en de afdeling landbouwmeteorologie van het K.N.M.I., alsmede het Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Grond in Nederland veel medewerking verleend, waarvoor ik zeer erkentelijk ben.

HOOFDSTUK I

ENKELE ASPECTEN VAN HET OPTREDEN VAN VALSE MEELDAUW

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de ontwikkelingscyclus van valse meeldauw *(Peronospora destructor* (BERK.) CASP.) in het veld. Allereerst worden de twee stadia van de ziekte met hun symptomen beschreven. In de tweede paragraaf wordt de overwintering besproken, terwijl de factoren die de mate van uitbreiding van valse meeldauw bepalen, in paragraaf 3 worden behandeld.

1. SYMPTOMEN EN ONTWIKKELING GEDURENDE HET GROEISEIZOEN

Men kan in de ontwikkelingscyclus van *Peronospora destructor* twee fasen onderscheiden. De ene fase begint bij het tot stand komen van infecties op de uieplant door conidiën, die van reeds aangetaste planten uit zijn verspreid. Op de aangetaste plantedelen kan onder daartoe gunstige omstandigheden sporulatie optreden. De conidiën kunnen opnieuw aanleiding geven tot infecties. Dit is de wijze waarop valse meeldauw zich gedurende het groeiseizoen verbreidt. De andere fase heeft betrekking op de overwintering van de schimmel. Na infectie van het loof kan de schimmel doordringen in de bol en daarin overwinteren. Bij het uitplanten van een besmette bol, b.v. voor zaadteelt, kan nu het mycelium weer meegroeien met de zich ontwikkelende plantedelen. De hierop gevormde sporen kunnen gezonde planten infecteren, waarmee de eerst beschreven fase van de ontwikkelingscyclus weer wordt bereikt. Beide fasen worden gekenmerkt door karakteristieke symptomen, die hierna zullen worden besproken in chronologische volgorde van hun optreden gedurende het groeiseizoen.

Onder Nederlandse omstandigheden uit zich in het voorjaar de aanwezigheid van *Peronospora destructor* voor het eerst door het optreden van zieke planten in het zaad- en het plantuiengewas, dus bij de tweejarige teelten in het tweede teeltjaar. Men zou deze planten in verband met hun verschijningsvorm in analogie met voorbeelden uit de virologie secundair ziek kunnen noemen. Maar deze term geeft vaak aanleiding tot verwarring; men zie voor het gebruik ervan ook OORT (1959). Het is daarom beter deze term te vermijden en te spreken van „planten, gegroeid uit door *Peronospora* geïnfecteerde bollen" of van „systemisch zieke planten". De wijze waarop dit ziektebeeld in het veld tot uiting komt, is reeds door MURPHY & MCKAY (1926b) beschreven. Eigen waarnemingen stemmen overeen met deze beschrijving. Het meest opvallend is, dat na het uitlopen van een geïnfecteerde bol, het uiterlijk van de plant aanvankelijk niet wijst op een systemische infectie met *Peronospora destructor*. Na 1 tot 2 maanden blijft echter de groei achter bij die van gezonde planten. Het loof krijgt daarbij een opvallend lichtgroen tot gele kleur en de bladeren vallen enigszins uit elkaar. Dit valt vooral op in het zaadgewas waarin de beschreven symptomen zich gelijktijdig over alle gevormde bladeren vertonen (Plaat I, A). In vele gevallen treedt geen zaadstengelvorming meer op. In die gevallen waarin dit nog wel

geschiedt, blijken ook de zaadstengels systemisch geïnfecteerd te zijn hetgeen, in tegenstelling tot het ziektebeeld op het loof, vaak pleksgewijze tot uiting komt.

In het plantuiengewas is het ziektebeeld enigszins afwijkend. Ook in dit gewas worden aanvankelijk geen ziektesymptomen waargenomen tot plotseling de top van het oudste blad geel wordt, waarna deze verkleuring zich langs het gehele blad naar onder uitbreidt (Plaat I, B). Zolang de plant in leven blijft, treedt hetzelfde verschijnsel successievelijk bij ieder nieuw gevormd blad op.

De zieke planten zijn in het zaadgewas veel duidelijker te herkennen dan in het plantuiengewas. Bij de zaadteelt worden immers volgroeide bollen uitgepoot, waaruit zich veel forsere planten ontwikkelen dan uit de eerstejaars plantuitjes. Bovendien vallen de zieke planten meer in het oog als gevolg van het ruime plantverband, dat gemiddeld 45 × 25 cm bedraagt. In het plantuiengewas is het plantverband gemiddeld 25 × 8 cm en bovendien zijn de planten kleiner.

Gedurende 3 tot 4 weken na het verschijnen van de eerste systemisch zieke planten kunnen er in eenzelfde perceel steeds nieuwe worden gevonden. Over de verschijningsdata van deze systemisch zieke planten werden in de jaren 1954 tot en met 1958 waarnemingen in praktijkpercelen en in proefvelden in het zaadgewas op Goeree-Overflakkee en in Zuid-Beveland verricht, die in tabel 1 zijn samengevat.

TABEL 1. De eerste en laatste verschijningsdata van systemisch zieke planten.
The first and last dates of appearance of systemically infected plants.

	Eerste datum *First date*	Laatste datum *Last date*
1954	26 mei/*May*	8 juni/*June*
1955	20 mei/*May*	21 juni/*June*
1956	15 mei/*May*	5 juni/*June*
1957	24 april/*April*	18 juni/*June*
1958	3 mei/*May*	24 mei/*May*

Deze tabel geeft een algemene indruk van de periode waarin de systemisch zieke planten optreden. Daarbij dient te worden opgemerkt, dat de symptomen, vooral in de eerste jaren toen nog weinig ervaring was opgedaan, waarschijnlijk wel enige dagen vroeger zijn verschenen. In bijna alle jaren werden in de eerste plaats de proefvelden regelmatig geobserveerd. Werden hierin zieke planten aangetroffen, dan volgde ook een bezoek aan praktijkpercelen. Het bleek, dat in de verschillende percelen slechts kleine verschillen bestaan in de verschijningsdata van de zieke planten. Om een indruk te verkrijgen van de verdeling van het totaal aantal zieke planten over de gehele periode waarin ze worden gevonden, is in tabel 2 een overzicht gegeven van de waarnemingen in een proefveld dat in 1958 te Ouddorp in een zaadgewas werd aangelegd.

Men kan zich afvragen wat de verklaring is voor het feit, dat over een vrij lange periode steeds nieuwe planten worden waargenomen. De mate en de plaats van infectie in de bol zijn vermoedelijk hierop van invloed. VAN DER ZAAG (1956) heeft deze factor nader onderzocht in verband met het overblijven van *Phytophthora infestans* in aardappelknollen. Ook de heterogeniteit van de uitgepote bollen (het drogestofgehalte van de ui) en verschillen in diepte van poten spelen waarschijnlijk een rol.

De systemisch zieke planten vormen de haarden voor nieuwe infecties in de

TABEL 2. Het verloop van het verschijnen van systemisch zieke planten in een zaadgewas (Ouddorp, 1958).

The frequency and the time of appearance of systemically infected plants in a seed crop (Ouddorp, 1958).

	Aantal systemisch zieke planten *Number of systemically infected plants*
3 mei/*May*	3
4–8 mei/*May*	99
9–13 mei/*May*	37
14–20 mei/*May*	52
21–24 mei/*May*	4

omgeving. De planten worden onder daartoe gunstige omstandigheden geheel overdekt met sporen, die gevormd worden op door de huidmondjes te voorschijn komende sporendragers (Plaat II, C). Bij plantuien valt op, dat ook op nog groene bladgedeelten sporenvorming optreedt.

De produktie van conidiën maakt het mogelijk, dat bij gunstige weersomstandigheden (hoofdstuk II) talrijke nieuwe infecties plaatsvinden. Deze infecties kunnen zowel op het loof als op de zaadstengels optreden. Op het loof wordt een infectie door *Peronospora destructor* meestal het eerst waargenomen door het verschijnen van ovale, lichtgroen tot geel gekleurde vlekken, die afsteken tegen het omringende groene, gezonde weefsel. Deze vlekken kunnen op verschillende plaatsen op het loof optreden, maar worden vrijwel steeds aan de top of op het midden van het blad waargenomen.

Op de zaadstengels treden dezelfde verschijnselen op, bij voorkeur op het stengelgedeelte tussen de verdikking en het bloemscherm.

In de literatuur heerst geen overeenstemming over het feit of als gevolg van aantasting door valse meeldauw eerst lichte vlekken ontstaan en dan sporenvorming of dat sporenvorming voorafgaat aan het optreden van gele vlekken.

Uit eigen waarnemingen is gebleken, dat beide mogelijkheden aanwezig zijn en dat, afhankelijk van de temperatuur of eerst sporen of eerst vlekken optreden. Vooral in het voorjaar en in het najaar worden b.v. in kasproeven vaak planten gevonden, die uiterlijk gezond zijn en waarbij sporulatie uitblijft zolang men de planten onder droge omstandigheden houdt. Zodra men echter deze planten onder gunstige voorwaarden voor sporenvorming brengt, worden pleksgewijze sporen gevormd. Dan treedt ook spoedig chlorose op van de aangetaste plekken. Het is gebleken, dat langdurig aanhouden van lage temperaturen na infectie dit verschijnsel bevordert. In de zomer, wanneer de temperaturen gemiddeld hoger zijn, gaat het optreden van lichte vlekken vrijwel steeds vooraf aan sporenvorming. Toch zijn hier uitzonderingen, hetgeen doet vermoeden, dat behalve de temperatuur ook de individuele reactie van de plant op de parasiet een rol speelt. Dit vermoeden wordt versterkt door de volgende waarnemingen.

De schimmel breidt zich vaak uit in concentrische ringen rondom de oorspronkelijke vlek (Plaat II, B), maar soms ook als één groot geheel. Het feit, dat tezelfder tijd verschillende typen van symptomen kunnen worden waargenomen, wijst erop, dat ook andere factoren in het spel zijn, met name de individuele reactie van de plant op de parasiet.

Het optreden van symptomen van valse meeldauw is in feite niet maatgevend

voor de schade, die daardoor aan het gewas wordt toegebracht. Pas indien sporenvorming optreedt, gaat het gewas duidelijk reageren op de aantasting. De lichte vlekken op de bladeren worden geel en necrotisch hetgeen een afsterven van het loof tot gevolg heeft. Op de zaadstengels leveren de necrotische plekken een gemakkelijke invalspoort voor saprophyten, voornamelijk *Dematiaceae*, die de stengel ter plaatse mede ernstig verzwakken. Bij enige wind van betekenis knikken de stengels om, waardoor de zaadbollen niet verder tot ontwikkeling kunnen komen (Plaat II, A). Een belangrijke vermindering van de zaadopbrengst is hiervan het gevolg.

De schade die als gevolg van een aantasting door valse meeldauw aan de uienteelt wordt toegebracht, is afhankelijk van

1. het stadium van ontwikkeling van het gewas op het moment dat de eerste infecties plaatsvinden;
2. het weertype dat volgt op het verschijnen van de symptomen;
3. een aantal andere factoren die in paragraaf 3 nader worden besproken.

Bij de vegetatieve teeltvormen sterft het loof snel af wanneer warm, droog weer volgt op het verschijnen van de symptomen. Men kan zich afvragen in hoeverre dit zeer snelle afsterven van het loof een overgevoeligheidsreactie van de plant is. In alle gevallen wordt hierdoor behalve de opbrengst, die bij zaai-uien bij een vroege aantasting zelfs met 30 % kan verminderen, ook de vorm van de bol nadelig beïnvloed (Plaat III, A). Bij zaai-uien wordt tevens de houdbaarheid van de uien van vroeg aangetaste percelen aanzienlijk verminderd. Koel weer na het verschijnen van de symptomen stelt de ui in staat zich te herstellen door het vormen van nieuwe bladeren, voordat de aangetaste zijn afgestorven. In 1956 traden vele infecties op. Toch is de schade beperkt gebleven. Eén van de redenen hiervoor is geweest, dat door het aanhoudende koele weer, de bolontwikkeling door de vorming van nieuwe bladeren voortgang kon vinden. Bij een late aantasting is de reductie van de opbrengst uiteraard geringer en wordt ook de houdbaarheid van de uien minder of in het geheel niet nadelig beïnvloed.

Bij de zaadteelt kan een vroege aantasting een zeer ernstig zaadverlies betekenen. Een laat optreden van valse meeldauw houdt de mogelijkheid in, dat de zaadbollen gerijpt zijn voordat de zaadstengels zodanig zijn verzwakt, dat ze omknikken.

2. DE OVERWINTERING

De wijze waarop *Peronospora destructor* overwintert, is reeds door velen onderzocht. Het probleem is nog steeds niet volledig opgelost.

Theoretisch bestaan de volgende mogelijkheden:

1. overblijven als mycelium of oösporen in de bol;
2. overblijven als mycelium of oösporen in de op het veld overwinterende plant;
3. overblijven als mycelium of oösporen op of in het zaad;
4. overblijven als oösporen in de grond.

ad 1. *overblijven als mycelium of oösporen in de bol*

De aanwezigheid van mycelium in de bol werd voor het eerst vastgesteld door

MURPHY (1921), die in de rokken van uien en sjalotten hyfen aantrof. Hij leverde een vrijwel zeker bewijs, dat het hier hyfen van *Peronospora destructor* betrof door vergelijking van dit mycelium met mycelium dat waargenomen werd in systemisch zieke planten van dezelfde partij. YARWOOD (1943) infecteerde bollen door injectie met een sporensuspensie. Planten, gegroeid uit op deze wijze kunstmatig geïnfecteerde bollen, vertoonden het in de vorige paragraaf beschreven systemisch ziektebeeld. Bij deze proeven werden de bollen direct na infectie geplant.

MURPHY & MCKAY (1926a) toonden aan, dat de schimmel in alle delen van de bol kan overwinteren en van de bolstoel uit de nieuwe bolknoppen infecteert. Het bleek hen in een bepaald geval, dat 23 dagen na een kunstmatige infectie van het loof het mycelium reeds in de bolschijf aanwezig was via het geïnfecteerde blad en de daarbij behorende rok. Er werd geen directe overgang van rok naar rok waargenomen. Volgens dezelfde auteurs zijn reeds tijdens de bewaring de bollen waarin mycelium aanwezig is, te herkennen door een verschrompeling en later door de vorming van lange spruiten. Tevens zouden bruine vlekken op de buitenste vlezige schub duiden op de aanwezigheid van *Peronospora destructor*. Hierover werden in de loop van dit onderzoek ook eigen waarnemingen gedaan. In de jaren 1957 en 1958 werden voor de aanleg van een proefveld in een zaadgewas, partijen uien aangekocht waarvan bekend was, dat zij ernstig door valse meeldauw waren aangetast. Bij uitplanten van deze uien in het voorjaar werden alleen uiterlijk gezonde bollen gebruikt, die dus geen schrompeling vertoonden of reeds waren uitgelopen. Toch bleek in 1957 15 % en in 1958 2 % van de uitgeplante bollen systemisch ziek te zijn. Het aanwezig zijn van mycelium in de bol kon dus bij deze uien niet aan het uiterlijk van de bol worden vastgesteld. De door MURPHY & MCKAY (1926a) gesignaleerde symptomen komen zeer vaak voor tijdens de bewaring van uien. Broei en aantasting door *Botrytis allii*, de veroorzaker van koprot, kunnen de bruine plekken eveneens veroorzaken; in het algemeen alle factoren die een vermindering van de houdbaarheid tot gevolg hebben.

Hoewel aan de mogelijkheid van overwintering van *Peronospora destructor* in de bol geen twijfel bestaat, doen veldwaarnemingen toch nog enkele vragen rijzen. Het blijkt namelijk, dat bij uitplanten van een partij uien die in het eerste teeltjaar door valse meeldauw werd aangetast, in het algemeen slechts een gering percentage planten systemisch ziek is.

In de jaren 1954 tot en met 1956 werden in proefvelden op Goeree-Overflakkee en Zuid-Beveland waarnemingen verricht over het aantal systemisch zieke planten. Deze gegevens zijn in tabel 3 verwerkt. De percentages zieke planten geven een indruk van de mate waarin ze in de praktijk kunnen voorkomen. Numeriek is het aantal systemisch zieke planten in het algemeen klein. Dit is merkwaardig, omdat het zeer waarschijnlijk is, dat het percentage aangetaste planten in het eerste teeltjaar beduidend hoger is geweest. Dit is ook aangetoond in de jaren 1957 en 1958, toen de proefvelden niet aangelegd werden in praktijkpercelen, maar in eigen beheer werden beplant met partijen uien waarvan de graad van aantasting in het eerste teeltjaar bekend was. In 1957 werd een partij uien aangekocht, die in 1956 te velde tenminste voor 90% door valse meeldauw was aangetast. Na uitpoten van de bollen bleek slechts 15 % van de planten systemisch ziek. Van uien die in 1957 te velde voor ongeveer 30 % waren aangetast, bleek in 1958 slechts 2% ziek. In de praktijk vindt men de in de beide laatstge-

TABEL 3. Het voorkomen van systemisch zieke planten in percelen met zaaduien.
The occurrence of systemically infected plants in seed crops.

	Aantal uitgeplante bollen *Number of bulbs planted*	Aantal systemisch zieke planten *Number of systemically infected plants*	Percentage systemisch zieke planten *Percentage of systemically infected plants*
1954	7800	7	0,09
	5000	4	0,08
1955	24000	33	0,14
	24000	31	0,13
1956	22500	1	0,004
	22500	1	0,004

noemde jaren waargenomen percentages zieke planten meestal niet. Dit is een gevolg van het feit, dat de telers van uiezaad in het eerste teeltjaar vaak hun keus al kunnen bepalen met betrekking tot de aanschaf van uien voor zaadteelt. Een ernstig door valse meeldauw aangetaste partij uien zal bij voorkeur niet voor zaadteelt worden bestemd, tenzij men ter wille van het in stand houden van een bepaalde selectie, geen andere keuze heeft. Volledigheidshalve dient te worden opgemerkt, dat de telers van plantuien vrijwel nooit zijn ingelicht omtrent de aantasting van de eerstejaars plantuitjes.

Voor het feit, dat er minder systemisch zieke planten worden gevormd dan verwacht zou worden op grond van de aantasting in het eerste teeltjaar, zijn twee verklaringen mogelijk:

1. in het eerste teeltjaar is het mycelium na infectie van de planten, om welke reden dan ook, niet altijd in de bol doorgedrongen;
2. het mycelium is wel in de bol doorgedrongen, maar is òf tijdens de winter te gronde gegaan òf niet in staat de ontwikkeling van de plant na uitpoten van de bol te volgen.

Volgens YARWOOD (1943) is de eerste verklaring het meest aannemelijk. Bij microscopisch onderzoek van bollen van door valse meeldauw aangetaste planten bleek slechts een uiterst gering percentage mycelium te bevatten. Gezien de moeilijkheid om het mycelium in de bollen aan te tonen, kan getwijfeld worden aan de juistheid hiervan. Bij eigen onderzoek werd in coupes van uien microscopisch nooit mycelium waargenomen, hoewel bollen onderzocht werden van een voor 100 % door valse meeldauw aangetaste partij.

De aanwezigheid van oösporen in de bol is nooit aangetoond. Volgens MCKAY (1957) worden oösporen wel in bladeren en zaadstengels gevormd maar niet in bollen.

ad 2. *overblijven als mycelium of oösporen in de in het veld overwinterende plant*

Volgens BUTLER & JONES (1955) kan deze overwinteringsvorm van belang zijn in de landen, waar naast voorjaarsinzaai ook inzaai in het najaar plaatsvindt en het uiengewas dus gedurende de winter de schimmel in stand kan houden. Zij adviseren, de zomer- en de winterteelt niet in elkaars nabijheid uit te oefenen.

In Nederland komt de inzaai van uien in het najaar zo weinig voor, dat deze

overwinteringsvorm, zo zij al optreedt, nauwelijks van betekenis kan zijn. Zover bekend is in ons land bij deze teeltwijze nooit overwintering waargenomen.

ad 3. *overblijven als mycelium of oösporen op of in het zaad*

De aanwezigheid van oösporen in zaadmonsters is een enkele maal o.a. door Cook (1932), aangetoond door zaad te schudden in water. In dit geval was er dus sprake van vermenging van zaad met oösporen. Katterfeld (1926) en Hiura (1930) hebben oösporen in de bloemsteeltjes aangetroffen. Bij het dorsen kunnen deze met het zaad worden vermengd. Of deze oösporen bij het kiemen van het zaad infectie teweegbrengen, is nooit aangetoond.

Gezien de korte levensduur van de conidiën, is een eventuele vermenging met zaad van geen betekenis.

Door Cook (1932) is een uitvoerig onderzoek verricht naar de mogelijkheid van het overblijven van mycelium en oösporen in het zaad. Hij toonde bij onderzoek van bloemen van aangetaste zaadstengels de aanwezigheid van mycelium aan in alle bloemdelen, zelfs in de eicel. Door deze onderzoeker is echter het mycelium nooit in het zaad aangetoond. Evenmin is aantasting gevonden bij het uitzaaien van zaad dat van bloemen van aangetaste zaadstengels afkomstig was (Murphy & McKay, 1932 en Yarwood, 1943).

In 1955 werden door mij van 39 door valse meeldauw aangetaste zaadstengels, de zaadbollen afzonderlijk geoogst. De plaats van aantasting op de zaadstengels werd genoteerd. Per zaadstengel werd in 1956 het zaad van één bloemscherm (ongeveer 400 zaden) uitgezaaid in bakjes met gestoomde grond. De zaaibakjes werden in het open veld geplaatst. In geen enkel geval werden, na ontkieming van het zaad en verdere ontwikkeling van de plant, symptomen van valse meeldauw waargenomen.

ad 4. *overblijven als oösporen in de grond*

Aangezien in door valse meeldauw aangetaste plantedelen oösporenvorming kan plaatsvinden, is het mogelijk dat grondbesmetting optreedt, wanneer afgestorven delen van de ui op de grond terechtkomen. Gedurende de periode van het onderzoek werden zowel in planten die in het warenhuis gegroeid waren, als in planten te velde, oösporen gevonden, hoewel nooit in belangrijke mate. Dit is opvallend, omdat vele andere *Peronospora*-soorten overvloedig oösporen vormen. Bij de genoemde waarnemingen waren slechts loof en zaadstengels betrokken. Ook in de literatuur wordt steeds een kwantitatief geringe vorming van oösporen van *Peronospora destructor* vermeld, die bovendien afhankelijk zou zijn van het seizoen (McKay, 1939). Oösporen werden door deze onderzoeker slechts waargenomen in blad en zaadstengels. Hij veronderstelt, dat oösporenvorming afhankelijk is van klimatologische omstandigheden, met name van plotselinge temperatuurwisselingen zoals invallende koude (McKay, 1957). In een recent onderzoek van Berry & Davis (1957) wordt eveneens gewezen op de geringe oösporenvorming van *Peronospora destructor*.

Murphy & McKay (1932) hebben onderzoek verricht over de kieming van oösporen. Daarbij is gebleken, dat er na de vorming van oösporen een zeer lange tijd nodig is, vóór kieming ervan mogelijk is. In vitro kan door toevoegen van kaliumpermanganaat de kieming gestimuleerd worden. McKay (1957) vond bij 4 jaar oude oösporen voor het eerst kieming. Het kiemingspercentage in water

was ± 1 %. Bij toenemende ouderdom nam dit percentage kieming toe. Dezelfde auteur nam bij 7 jaar oude oösporen een percentage kieming van 5 % waar zonder toevoegen van kaliumpermanganaat en van 95 % na toevoegen ervan. Zelfs werd nog kieming waargenomen bij 25 jaar oude oösporen. Zeer waarschijnlijk wordt de kieming van oösporen bevorderd door de aanwezigheid van organisch materiaal, hetgeen betekent, dat in de grond de kieming beter verloopt dan in vitro.

Een aanwijzing, dat oösporen in de grond een infectiebron kunnen zijn, levert een publikatie van BERRY & DAVIS (1957). Zij brachten pas gevormde oösporen op bladeren in een vochtige kamer met een relatieve luchtvochtigheid van 100 % en een temperatuur van 10 °C. Na 4 uur bleken een aantal oösporen gekiemd. In tegenstelling tot MURPHY & MCKAY (1932) vonden BERRY & DAVIS dus kieming bij nog zeer jonge oösporen.

Verschillende onderzoekers hebben getracht zieke planten te verkrijgen door uien te zaaien in grond die besmet was met door valse meeldauw aangetaste plantedelen. Dit is inderdaad gelukt aan MURPHY & MCKAY (1932). Zij vonden 11 zieke planten met een systemisch ziektebeeld na zaaien op een reeds enkele jaren besmet perceel.

Oösporen die in de grond overblijven, kunnen op grond van het hiervoor gegeven overzicht als een reële infectiebron beschouwd worden. Hoe in dit geval de infectie tot stand komt, is niet bekend. Waarschijnlijk worden spoedig na de kieming van het zaad ondergrondse bladdelen, dicht bij het vegetatiepunt, geïnfecteerd.

Op grond van eigen veldwaarnemingen is gebleken, dat in Nederland de overwintering van *Peronospora* als mycelium in de bol de belangrijkste bron van infectie in het voorjaar moet worden beschouwd. Toch worden, zij het in geringe mate, ieder jaar een gering aantal percelen zaai-uien gevonden waarin, geheel willekeurig over het veld verdeeld, planten voorkomen met een systemisch ziektebeeld; dit beeld komt overeen met dat van zieke planten die uit eerstejaars plantuitjes kunnen groeien. Opvallend is, dat het ziektebeeld bij de zaai-uien ook in hetzelfde stadium van ontwikkeling van de plant optreedt als bij de plantuien in het tweede teeltjaar, wat er op zou kunnen wijzen, dat de infectie vroegtijdig plaatsvindt. Hierbij kan worden verwezen naar Plaat I, B. In 1955 werden in het zuidwesten van Nederland deze planten voor het eerst gevonden op 28 juni, in 1956 op 15 juni en in 1957 op 18 juni.

Het verschijnen van de systemisch zieke planten in zaai-uien kan moeilijk anders verklaard worden dan door infectie door oösporen, die òf door bijmenging in het gebruikte zaad òf via loofresten in de grond zijn terechtgekomen.

3. FACTOREN DIE DE MATE VAN UITBREIDING BEPALEN

In de vorige paragraaf is aangetoond, dat in het voorjaar systemisch zieke planten in het zaadgewas en het tweedejaars plantuiengewas, de belangrijkste bron van infectie vormen voor de omgeving. Door de conidiën, die op deze planten worden gevormd, kunnen infecties tot stand komen. De mate waarin aantasting kan optreden, is afhankelijk van

1. de weersomstandigheden;
2. de infectiebron;
3. het ras;
4. de loofdichtheid.

ad 1. *de weersomstandigheden*

De weersomstandigheden zijn van zeer grote betekenis voor de ontwikkeling van *Peronospora destructor*. Het verband tussen bepaalde weersomstandigheden en het optreden van valse meeldauw wordt in hoofdstuk II uitvoerig besproken, zonder dat daar de epidemiologie ter sprake komt. Hieronder volgen enkele factoren die de mate van optreden kunnen bepalen en die van belang zijn voor het epidemiologisch optreden van de ziekte. De mate waarin valse meeldauw zich van de systemisch zieke planten uit kan verbreiden, is in verband met de invloed van het weer afhankelijk van

a) het weertype dat na het verschijnen van de systemisch zieke planten optreedt.

Wordt het verschijnen van deze planten gevolgd door warm, droog weer, dan heeft dit een snel afsterven van het loof tot gevolg. Treden daarna weersomstandigheden op die gunstig zijn voor sporenvorming, dan worden op deze planten geen of nog slechts weinig sporen gevormd. In 1955 werden in de praktijk vrij veel systemisch zieke planten waargenomen. Toch was de aantasting door valse meeldauw gedurende het seizoen gering. Eén van de redenen hiervoor was, dat op het moment, dat voor het eerst de weersomstandigheden gunstig werden voor het optreden van valse meeldauw, de systemisch zieke planten reeds waren afgestorven. De opbouw van de schimmelpopulatie werd zodanig vertraagd, dat van enige aantasting van betekenis geen sprake kon zijn. Geheel anders was de situatie in 1956. In dat jaar werd slechts een gering aantal systemisch zieke planten waargenomen. Deze planten bleven door het koele weer lange tijd in leven. Bij het eerste optreden van voor *Peronospora* gunstige weersomstandigheden vonden van deze planten uit talrijke infecties plaats. Dat de schade aan de gewassen tenslotte minder ernstig was dan werd verwacht, is een gevolg van het feit, dat gedurende het gehele seizoen het koele weertype overheerste. Hierdoor bleven de aangetaste planten doorgroeien. Zij herstelden zich zelfs in vele gevallen.

b) het aantal voor het optreden van *Peronospora* gunstige weerssituaties.

Bij een gunstige weerssituatie voor het optreden van valse meeldauw zijn de weersomstandigheden zonder onderbreking gunstig voor de vorming, de verspreiding en de kieming van de sporen, en voor de infectie.

Het aantal gunstige weerssituaties gedurende het groeiseizoen bepaalt mede de mate van aantasting. Ook de regelmaat waarmee zij elkaar opvolgen, is van belang. De meeste infecties kunnen worden verwacht, wanneer spoedig na het verschijnen van symptomen van valse meeldauw de weersomstandigheden opnieuw gunstig worden.

ad 2. *de infectiebron*

Om een indruk te verkrijgen van de betekenis van de infectiebron, die ieder jaar na het verschijnen van de systemisch zieke planten in het zaadgewas en het plantuiengewas een bedreiging vormt voor de overige teeltvormen, is in tabel 4 de verdeling van het totaal areaal uien in Nederland over de verschillende teeltvormen vermeld.

Bij statistische gegevens wordt steeds het areaal plant- en pootuien tezamen vermeld. Het grootste deel van dit areaal wordt echter ingenomen door plantuien (± 95 %). Uit de gegevens blijkt, dat gemiddeld 10% van de totale oppervlakte uien wordt ingenomen door de teeltvormen waarbij systemisch zieke

Tabel 4. Het areaal uien in Nederland, verdeeld over de verschillende teeltvormen, ontleend aan gegevens van het Centraal Bureau voor de Statistiek.

The area under onions in the Netherlands for the different types of growing, according to data from the Central Bureau of Statistics.

	Totale oppervlakte uien *Total area of onions*	Zaai-uien *Sowing-onions*		Zilveruien *Silver onions*		Plant- en pootuien *Plant- and transplanting onions*		Zaaduien *Seed-onions*	
	hectaren (ha)	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
1953	7908	6794	86	324	4	667	8	123	2
1954	5905	4833	82	386	7	546	9	± 140	2
1955	5157	4073	79	301	6	586	11	197	4
1956	6054	5142	85	365	6	450	7	97	2
1957	6476	5298	83	480	7	538	8	160	2
1958	7604	6678	88	418	5	344	5	164	2

planten kunnen optreden. Wanneer men bovendien bedenkt, dat het percentage systemisch zieke planten gering is (tabel 3), dan kan blijkbaar een zeer klein aantal zieke planten een geheel areaal besmetten.

Om enig inzicht te verkrijgen over de invloed van de infectiebron op de mate van uitbreiding, is nagegaan welk gebied van één zieke plant uit na één gunstige weerssituatie kan worden besmet. In 1954 werden in een zaadgewas een aantal systemisch zieke planten, die ver uiteen stonden, gemerkt. Toen de eerste zieke planten in de omgeving optraden, werden de haarden rondom deze zieke planten in kaart gebracht. Twee van deze gevallen zijn in fig. 1 weergegeven en geven een beeld van de situatie op 23 juni.

Hieruit blijkt in de eerste plaats, dat er een duidelijk verband bestaat tussen de windrichting tijdens de verspreiding van de sporen en de richting waarin ten opzichte van de infectiebron de meeste zieke planten werden waargenomen. In hoofdstuk II wordt hierop nader ingegaan. De haard is dus enigszins langgerekt; de lengteas kan 1–2 m bedragen. Ongetwijfeld kunnen conidiën over grotere afstanden worden verplaatst, maar de trefkans voor infectie is, zolang de infectiebron klein is en dus relatief weinig sporen produceert, blijkbaar gering. Bij cirkelvormige proefvelden, die in hoofdstuk II nader worden besproken, werd de ontwikkeling van valse meeldauw nagegaan van een centrum uit, waarin 6 tot 8 systemisch zieke planten werden geplant. Steeds bleek na één kritieke weerssituatie een gebied met een lengteas van 3 tot 5 meter te zijn aangetast.

Een onderzoek in 1953 in een polder te Heinkenszand geeft een indruk van de afstand waarover valse meeldauw zich na herhaald optreden van gunstige weersomstandigheden kan uitbreiden. In deze polder lag een zwaar aangetast zaadgewas. Op het moment dat de waarnemingen begonnen, was dit perceel de enige belangrijke besmettingsbron in de polder. Van 26 juni af werden iedere week alle uienpercelen in deze polder bezocht en beoordeeld op valse meeldauwaantasting. Op 4 data trad een duidelijk waarneembare uitbreiding van valse meeldauw op. In fig. 2 zijn de gebieden waarin op deze data aantasting werd waargenomen, aangegeven.

De uitbreiding heeft overwegend in noordoostelijke richting plaats gevonden.

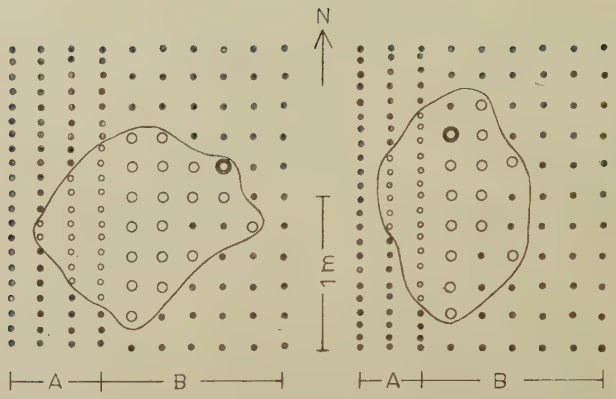


FIG. 1. Uitbreiding van de ziekte op 23/6, uitgaande van één systemisch zieke plant (O), na één kritieke weerssituatie op 3/6. Proefveld Ovezande, 1954.
A zaai-uien; B zaadgewas; • gezonde plant.
Spread of the disease on 23rd of June arising from one systemically infected plant (O) after one critical weather situation on 3rd of June. Experimental field Ovezande, 1954.
A sowing-onions; B seed crop; • healthy plant.

De eerste uitbreiding ging tot 600 m, de tweede en derde tot 1000–1600 m en de vierde tot 2000 m.

ad 3. *het ras*

Het Nederlandse rassensortiment wordt ingedeeld in drie typen namelijk het Rijnsburger type, het Noord-Hollandse strogele type en het Noord-Hollandse bloedrode type. Tot de eerste twee typen behoren de gele uien, tot het laatste type de rode uien. Alle Nederlandse rassen zijn in gelijke mate vatbaar voor valse meeldauw. Daarnaast worden tegenwoordig ook buitenlandse rassen uitgezaaid of geplant (Amerikaanse hybriden, Stuttgarter Riesen, Zittauer Riesen), die alle duidelijk vatbaarder zijn voor valse meeldauw dan de Nederlandse rassen, een waarneming, die reeds door KOERT (1949) werd vermeld. Een verklaring voor de grotere vatbaarheid van de buitenlandse rassen is mogelijk gelegen in het feit, dat deze rassen bij de teelt in Nederland weinig was vormen. In laboratoriumproeven is gebleken, dat infecties beter slagen, wanneer eerst de waslaag verwijderd is. VAN BEEKOM (1952) vermeldt wel verschillen in aantasting bij sjalotten. Het Ouddorpse bruine type wordt in mindere mate aangetast dan het Noord-Hollandse gele. Hieruit kan echter niet worden geconcludeerd, dat de vatbaarheid van deze twee typen verschillend is. Het is mogelijk, dat het genoemde verschil moet worden toegeschreven aan de geringere loofontwikkeling van het Ouddorpse bruine type ten opzichte van het Noord-Hollandse gele type. Daardoor zijn vermoedelijk de infectiekansen van het Ouddorpse bruine type geringer.

ad 4. *de loofdichtheid*

Onder loofdichtheid wordt hier verstaan het produkt van het aantal planten

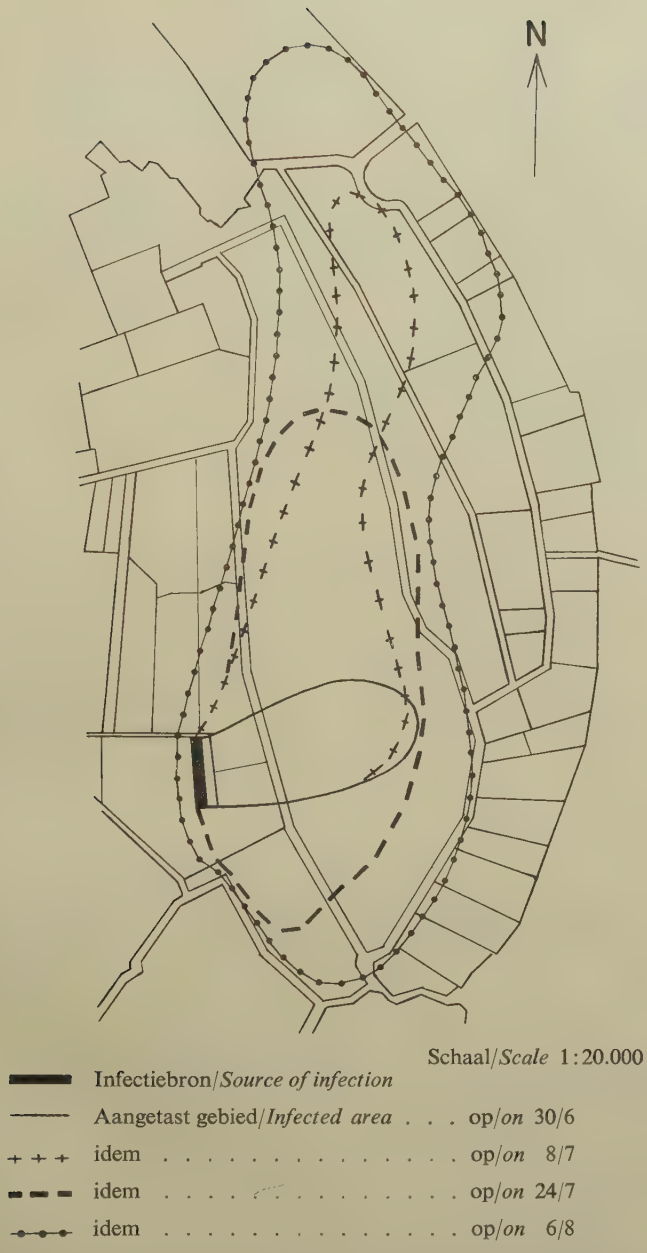

N
Schaal/*Scale* 1:20.000
Infectiebron/*Source of infection*
Aangetast gebied/*Infected area* . . . op/*on* 30/6
idem . . . . . op/*on* 8/7
idem . . . . . op/*on* 24/7
idem . . . . . op/*on* 6/8

FIG. 2. Uitbreiding van de ziekte, uitgaande van een aangetast zaadgewas in een polder te Heinkenszand, 1953.
Spread of the disease from an infected seed crop in a polder at Heinkenszand, 1953.

per strekkende meter en de hoeveelheid loof per plant. Deze factor bepaalt hoe groot de kans is, dat het gewas wordt geïnfecteerd.

De loofdichtheid beïnvloedt namelijk zowel de trefkans van het gewas voor besmetting met sporen als het microklimaat, dat bepalend is voor het optreden van gunstige omstandigheden voor aantasting door valse meeldauw.

De loofdichtheid is in hoge mate aan de teeltvorm gebonden. De grootste verschillen worden gevonden tussen de vegetatieve teeltvormen en het zaadgewas. Bij de laatstgenoemde teelt zijn de infectiekansen het geringst omdat het plantverband zeer ruim is en na het uitlopen van de bollen relatief weinig loof en al spoedig zaadstengels worden gevormd. Het gewas blijft gedurende het lange groeiseizoen open, waardoor de trefkans voor infectie minder groot is dan bij alle overige teeltvormen en bovendien gunstige omstandigheden voor het optreden van valse meeldauw soms net niet worden bereikt, wanneer dat in de andere gewassen juist wel het geval is. Minder groot zijn de verschillen in aantasting tussen de loofrijke teeltvormen onderling.

Voor alle vegetatieve teeltvormen geldt, dat door een te grote stikstofgift de loofontwikkeling wordt bevorderd, waardoor de infectiekansen en misschien ook de vatbaarheid onnodig toenemen.

HOOFDSTUK II

HET VERBAND TUSSEN DE WEERSGESTELDHEID EN HET OPTREDEN VAN VALSE MEELDAUW

In dit hoofdstuk zal worden nagegaan, in welke mate en op welke wijze uitwendige omstandigheden het ziekteproces beïnvloeden. De bespreking ervan wordt beperkt tot de invloed van weersfactoren en van het licht. Om hierin een inzicht te verkrijgen, is zowel laboratorium- als veldonderzoek vereist. In het laboratorium kan de invloed van de afzonderlijke weersfactoren op de verschillende stadia van ontwikkeling van de ziekteverwekker i.c. *Peronospora destructor* worden onderzocht. Daarnaast zijn veldproeven noodzakelijk omdat hieruit inlichtingen worden verkregen over het verband tussen het complex „weer" en het optreden van de ziekte en niet, of althans in veel geringere mate, over de afzonderlijke factoren. Bij de beoordeling van de resultaten uit het veldonderzoek kan nu worden gebruik gemaakt van de reeds in het laboratorium verkregen gegevens.

Het ideaal zou zijn, gunstige weerssituaties voor infectie te kunnen voorspellen. Dit is van grote praktische betekenis met het oog op de rentabiliteit van de bestrijdingsmaatregelen. Wanneer dit doel kan worden bereikt, zou een waarschuwingsdienst voor valse meeldauw bij uien in het verschiet liggen. Tot nu toe is het slechts mogelijk aan te geven, dat de weersgesteldheid gunstig geweest is voor infectie. Dit achteraf vaststellen heb ik signaleren genoemd.

In het volgende zal blijken, dat zich voor de vorming, de verspreiding en de kieming van de sporen, en voor de infectie, gedurende een aaneengesloten aantal uren gunstige weersomstandigheden moeten voordoen. Het tijdvak waarin deze omstandigheden optreden, zal worden aangeduid met de datum van de dag waarop de infecties tot stand kunnen zijn gekomen. Deze dag zal „kritieke dag" worden genoemd. Het begrip „kritieke periode" wordt gebruikt ter aanduiding van een aaneengesloten reeks van kritieke dagen.

Het in de volgende paragrafen te bespreken onderzoek is gedurende de jaren 1953 tot en met 1958 uitgevoerd met het doel een methode te vinden om kritieke dagen te signaleren.

1. LABORATORIUMONDERZOEK

De weersfactoren die van betekenis zijn voor het optreden van valse meeldauw zijn: temperatuur, vochtigheid en wind. Licht heeft, zoals nader zal blijken, een invloed op de sporulatie en wordt hier mede besproken.

Elk van deze factoren kan een invloed hebben op de verschillende stadia van de infectiecyclus van *Peronospora destructor*. Deze stadia zijn: overwintering, sporenvorming, verspreiding, sporenkieming, infectie en incubatietijd.

De samenhang tussen weersfactoren en de verspreiding resp. de overwintering van *Peronospora destructor* is in het vorige hoofdstuk ter sprake gekomen. Het verband met de andere factoren zal in de volgende paragrafen worden behandeld.

1.1. Methodiek

In verband met zijn biotrofe levenswijze dient *Peronospora destructor* op de levende plant te worden vermeerderd en in stand gehouden. Aanvankelijk heeft de inoculatie moeilijkheden opgeleverd, omdat bij de aanvang van het onderzoek weinig bekend was over de voorwaarden, waaronder infectie van het uieloof kan plaatsvinden. Als resultaat van vele proeven wordt thans de volgende inoculatiemethode toegepast.

Aan het eind van de middag worden zieke planten bevochtigd door vernevelen van water en vervolgens onder een tevoren aan de binnenzijde natgespoten plastic kooi geplaatst. In de meeste gevallen blijken de volgende morgen de zieke bladdelen overdekt te zijn met sporen. Van deze sporen wordt direct een suspensie in leidingwater gemaakt met een minimumconcentratie van 4–5 sporen per $^1/_5$ mm^3, de inhoud van een sporentelapparaat. In een zwak verlichte ruimte met een temperatuur die variëert van 15–18 °C – een zeer gunstig traject voor sporenkieming – is een incubatiekast geplaatst, waarin de inoculatie van gezonde planten wordt uitgevoerd. In deze kast is een nevelapparatuur aangebracht die een zeer fijne nevel produceert.

Van de te inoculeren planten wordt de waslaag voorzichtig afgewreven. Vervolgens worden de planten met de sporensuspensie bespoten en in de incubatiekast geplaatst, die volledig wordt afgesloten. De nevelapparatuur wordt nu gedurende twee uur in werking gesteld. Hierdoor ontstaat op het loof een waterfilm van zeer kleine druppels, die slechts ten dele tot grote druppels samenvloeien. Nadat het nevelen is beëindigd, blijven de planten nog 22 uur in de gesloten incubatiekast staan. Daarna worden zij overgebracht naar het warenhuis. Afhankelijk van de temperatuur in de daaropvolgende dagen, worden 10–17 dagen daarna symptomen op de bladeren waargenomen. De op deze wijze uitgevoerde inoculaties slagen voor 90–100%.

1.2. De invloed van weersfactoren op de sporenvorming

Vochtigheid: Alle auteurs die melding maken van de voorwaarden, waaronder *Peronospora destructor* kan sporuleren, zijn het er over eens, dat de vochtigheid de belangrijkste weersfactor voor sporenvorming is. Yarwood (1943) vermeldt, dat bij een relatieve luchtvochtigheid van 65–81% sporenvorming in zeer geringe mate optreedt. De optimale relatieve luchtvochtigheid ligt volgens deze auteur bij 100% en de minimale voor sporenvorming van enige betekenis bij 90%. Dezelfde auteur (1939) wijst er in een publikatie over het verband tussen infectie en vochtigheid op, dat dikwijls bij hoge luchtvochtigheid als gevolg van lagere temperaturen in het uieblad, condensatie op het uieloof plaatsvindt. Bovendien zou volgens hem ook guttatiewater een rol kunnen spelen. Het is dan ook moeilijk, de vochtigheidstoestand van de lucht die vereist is voor sporenvorming, nauwkeurig vast te leggen.

Eigen proeven hierover werden uitsluitend uitgevoerd in het warenhuis.

Aan de hand van de sporulatie en de gegevens van een zelfregistrerende hygrograaf kon worden vastgesteld, dat bij een relatieve luchtvochtigheid van 96% of lager geen sporenvorming optreedt. Dit kan worden aangetoond met de volgende voorbeelden.

1. In vele nachten heeft zich de situatie voorgedaan, dat van 's avonds te 23 uur tot 's morgens te 8 uur de relatieve luchtvochtigheid niet beneden 96%

daalde. In 1957 deed zich o.a. in de nacht van 18 op 19 mei deze situatie voor. De temperatuur variëerde in de genoemde periode van 12 C tot 14 C. Van de 140 zieke planten, die toen aanwezig waren, vertoonde in de morgen van 19 mei geen enkele plant sporen. Aangezien een hygrograaf hoogstens een relatieve luchtvochtigheid van 96 % aanwijst en er geen vrij water op de planten werd waargenomen, moet de relatieve luchtvochtigheid tussen 96 % en 100 % zijn geweest.

2. In hetzelfde jaar daalde in de periode van 16 maart te 12 uur tot en met 18 maart te 8 uur de relatieve luchtvochtigheid in het warenhuis niet beneden 96 %. In deze periode fluctueerde de temperatuur tussen 10 °C en 18 °C, een gunstig temperatuurtraject voor sporenvorming. Op geen van de door valse meeldauw aangetaste planten werden sporen aangetroffen.

Wanneer daarentegen zieke planten worden bevochtigd en gedurende de nacht in een van waterdamp verzadigde atmosfeer worden geplaatst, blijkt in de meeste gevallen een overvloedige sporenvorming plaats te vinden. Het natspuiten dient met enige zorg te geschieden. Het vrije water moet namelijk in druppels op het loof aanwezig zijn, omdat de sporen juist op het grensvlak van lucht en water worden gevormd. Hoe groter deel van het bladoppervlak met water bedekt is, hoe minder gelegenheid er voor de schimmel is sporendragers te vormen. Het is duidelijk, dat naarmate de afmeting van de waterdruppels kleiner is, er meer sporendragers en sporen kunnen worden geproduceerd. Vandaar dat het vernevelen van water op de planten een zekerder resultaat geeft dan het spuiten en dat dauw op het blad een uitstekend milieu voor sporenvorming is.

Op niet bevochtigde planten die gedurende de nacht in een van waterdamp verzadigde atmosfeer worden geplaatst, treedt eveneens sporenvorming op maar in veel geringere mate dan wanneer vrij water op het loof aanwezig is.

Deze waarnemingen leiden tot de conclusie, dat voor het vormen van sporen een relatieve luchtvochtigheid van 100% noodzakelijk is, terwijl vrij water de sporulatie sterk bevordert.

Licht: Van grote betekenis voor het sporuleren van de schimmel en vermoedelijk ook voor het tijdstip waarop de eerste sporen verschijnen, is de factor licht. YARWOOD (1937) vermeldt, dat zieke planten overdag geen sporen vormen maar dit alleen in de avond, de nacht en vroege morgen doen. Dit verschijnsel moet volgens hem berusten op een invloed van het licht via het stofwisselingsproces van de plant.

In eigen proeven konden de waarnemingen van YARWOOD volledig worden bevestigd.

In een proef, uitgevoerd in een kas bij een temperatuur, die variëerde van 12–17 °C, werd van drie groepen van 4 planten met symptomen van valse meeldauw, één groep van 's morgens 10.00 uur af bevochtigd, zodat sporenvorming mogelijk was, en de overige groepen van 12.00 uur resp. 17.00 uur af. Van iedere groep werden 2 planten, na bevochtiging, onder een plastic kooi geplaatst en 2 planten onder eenzelfde kooi, die werd afgeschermd met een papier dat aan de buitenzijde wit en aan de binnenzijde zwart was. Op deze planten had nog geen sporenvorming plaatsgevonden. Om verdamping van het water op het loof te voorkomen, werden de planten overdag nogmaals bevochtigd. In tabel 5 is een overzicht gegeven van de waarnemingen die bij deze proef werden verricht.

Uit de waarnemingen te 17.00 uur blijkt, dat de schimmel overdag bij een voor sporenvorming gunstige luchtvochtigheid en temperatuur niet sporuleert,

TABEL 5. De invloed van het licht op de sporenvorming na bevochtiging van de plant. Temperatuur gedurende de proef 12–17 °C. Datum: 10 juni 1959.

The influence of light on sporulation after moistening the plant. Temperature during the experiment 12–17 °C. Date: 10 June 1959.

Aantal planten *Number of plants*	Tijdstip van bevochtiging *Time of moistening*	Omstandigheden na bevochtiging *Conditions after moistening*	Mate van sporenvorming *Rate of sporulation*	
			op dezelfde dag 17.00 uur *on the same day 5 p.m.*	de volgende dag 9.00 uur *on the following day 9 a.m.*
2	10.00 uur/*hr*	licht/*light*	–	+++
2	10.00 uur/*hr*	donker/*dark*	–	±
2	12.00 uur/*hr*	licht/*light*	–	+++
2	12.00 uur/*hr*	donker/*dark*	–	+
2	17.00 uur/*hr*	licht/*light*		+++
2	17.00 uur/*hr*	donker/*dark*		+++

onverschillig of de planten in het licht of in het donker staan. Uit de waarnemingen van de volgende morgen 9.00 uur kan worden vastgesteld, dat sporulatie 's avonds en 's nachts wel optreedt.

De waarneming, dat op planten die tot 's morgens 10.00 resp. 12.00 uur in het licht hadden gestaan en daarna in het donker, zeer weinig resp. weinig sporenvorming optrad, geeft aanleiding tot de veronderstelling dat, voorafgaande aan het sporuleren, de vorming van een bepaalde hoeveelheid assimilaten nodig is.

Het is wel zeer waarschijnlijk, dat het licht het sporuleren van de schimmel beïnvloedt via het stofwisselingsproces van de plant. Blijkbaar is de schimmel voor sporenvorming aangewezen op de dissimilatie van de plant en heeft zij bepaalde stofwisselingsprodukten voor sporenvorming nodig.

De indirecte invloed van het licht op het sporuleren zou als volgt kunnen worden geformuleerd: zolang het assimilatieproces de dissimilatie overheerst, treedt geen sporenvorming op. Is dit niet het geval, zoals gedurende de avond en nacht, wanneer tenslotte de assimilatie is uitgeschakeld, dan is sporenvorming mogelijk, afhankelijk van de hoeveelheid assimilaten die in de voorafgaande lichtperiode zijn gevormd.

Wanneer aan alle voorwaarden voor sporuleren is voldaan, verschijnen de eerste sporen 3 tot 7 uur na het moment, dat de vochtigheidstoestand gunstig wordt. In juni werd een tijdsduur van 3 uur waargenomen, in november van 7 uur. Voor het optreden van valse meeldauw in het veld is de periode van mei tot en met augustus van belang. De tijdsduur die in deze periode nodig is voordat de eerste sporen worden gevormd, mag op 3 tot 5 uur worden gesteld.

Er verloopt echter enige tijd voordat zoveel sporen zijn gevormd, dat onder veldomstandigheden de kansen voor infectie van het omringende gewas reëel kunnen worden geacht. Het is moeilijk zonder nadere kennis over de factoren die de mate van sporuleren beïnvloeden, hiervoor een vaste tijdsduur aan te geven. Met het in de inleiding gestelde doel voor ogen, verdient het de voorkeur slechts de minimumvoorwaarden waaraan de weersfactoren moeten voldoen, vast te stellen.

Uit laboratoriumproeven is gebleken, dat het begin van sporenvorming steeds kan plaatsvinden tussen 20 uur 's avonds en 6 uur 's morgens. Dit betekent, dat

in de periode van 17 uur 's middags tot 3 uur 's morgens de relatieve luchtvochtigheid aan de voorwaarden voor sporenvorming moet gaan voldoen.

Uit hetgeen vermeld is over de voorwaarden waaraan ten opzichte van vochtigheid en licht voldaan moet worden om sporulatie te doen optreden, is duidelijk, dat onder natuurlijke omstandigheden sporenvorming bij voorkeur in dauwnachten zal optreden. Een zodanige dauwperiode zal in het algemeen ruim voldoende zijn voor sporenvorming.

Temperatuur: De temperaturen waarbij sporulatie kan optreden, vormen een lang traject. Uit eigen waarnemingen bleek, dat tussen 3 °C en tenminste 22 °C sporenvorming kan plaatsvinden. Beneden 3 °C worden vrijwel geen sporen meer gevormd. De maximumtemperatuur ligt volgens YARWOOD (1943) bij 22–25 °C. De invloed van de temperatuur op de mate van sporenvorming moet buiten beschouwing blijven omdat hieraan geen aandacht is besteed. Onder natuurlijke omstandigheden is de temperatuur, uitgezonderd bij nachtvorsten, van weinig betekenis voor de sporenvorming, omdat gedurende de nacht de temperatuur tijdens de groeiperiode van het uiengewas vrijwel steeds binnen het aangegeven traject ligt. Wel is gebleken, dat na hoge temperaturen overdag (25–30 °C), dikwijls het sporuleren in de eerstvolgende nacht schaars is of geheel uitblijft, al zijn overigens de omstandigheden ervoor gunstig. Het is mogelijk, dat hierbij naast een directe invloed van de temperatuur op de schimmel, ook het verband weer-plant een rol speelt. Verder werd waargenomen, dat wanneer in een bepaalde nacht overvloedige sporulatie heeft plaatsgevonden, dit in de volgende nacht onder dezelfde gunstige omstandigheden vaak slechts in beperkte mate geschiedt.

Er is veel onderzoek verricht over het moment waarop de sporen na hun vorming vrijkomen van de sporendragers. YARWOOD (1943) vermeldt, dat het vrijkomen van de sporen enkele uren na de vorming ervan plaatsvindt. Er is dus een zekere rijpingstijd nodig.

PINCKARD (1942) meent, dat de rijpe sporen vrijkomen als gevolg van uitwendige factoren, die de sporendragers een draaiende beweging doen maken. Reeds bij een zeer geringe verandering in luchtvochtigheid kan dit het geval zijn. Ook wind kan hierbij een rol spelen.

WAGGONER & TAYLOR (1958) hebben hierover nader onderzoek verricht bij *Peronospora tabacina* en vermelden, dat de meeste sporen in de vroege morgenuren vrijkomen waarbij de mate van bewolking bij het opkomen van de zon een belangrijke rol speelt.

Mede op grond van deze literatuurgegevens lijkt het verantwoord te veronderstellen, dat er na het begin van sporenvorming nog een periode van enige uren nodig is voordat een voldoende aantal sporen vrijkomt van de sporendragers.

1.3. De invloed van weersfactoren op de sporenkieming

YARWOOD (1943) vermeldt, dat voor sporenkieming vrij water nodig is. De minimumtemperatuur is volgens hem 1 °C, de optimumtemperatuur ligt tussen 7 °C en 15 °C, de maximumtemperatuur bij 28 °C. Andere auteurs hebben dit kunnen bevestigen.

Bij eigen onderzoek bleek, dat het nemen van proeven betreffende de sporenkieming verschillende moeilijkheden oplevert. De resultaten van proeven in vitro stellen dikwijls teleur en wel om de volgende redenen.

1. Het sporenmateriaal waarmee gewerkt werd, bleek uitermate variabel te zijn.

2. Voor betrouwbare sporenkiemingsproeven is het nodig dat de sporen los van elkaar in de vloeistof gesuspendeerd zijn. Bij *Peronospora* is deze ideale toestand niet te bereiken. Naast afzonderlijke sporen bevinden zich zeer veel samengeklonterde sporen in suspensie. Door zeven, door b.v. kaasdoek, is een scheiding slechts ten dele te verwezenlijken. Als gevolg van het feit, dat sporen in klonters beter blijken te kiemen dan afzonderlijk, worden de resultaten van de sporentellingen minder betrouwbaar.

De gegevens over de sporenkieming van *Peronospora destructor* zijn verkregen uit proeven in vitro en in vivo. Bij de proeven in vitro werd aanvankelijk steeds een sporensuspensie in 2 cc water gemaakt met een minimumconcentratie van 4 tot 5 sporen per $^1/_5$ mm^3.

Later werd ook een andere methode toegepast. De sporen werden droog met een penseel op goed gereinigde objectglazen uitgestreken. Deze objectglazen werden vervolgens door middel van een verstuiver met leidingwater bestoven en in petrischalen gelegd, waarvan bodem en deksel werden voorzien van bevochtigd filtreerpapier. Op de bodem van de petrischalen werd een verhoging van glasstaafjes aangebracht waarop de objectglazen werden gelegd. Op deze wijze kon per glaasje een groter aantal gezichtsvelden worden geteld dan met druppels van een bepaalde afmeting het geval zou zijn geweest, terwijl bovendien minder klonters aanwezig waren.

Bij de proeven in vivo werden stukjes uieblad van 7 cm lengte op glazen staafjes in petrischalen gelegd. Evenals bij de proeven in vitro werden deksel en bodem van de petrischaal met vochtig filtreerpapier bedekt. Op de stukjes loof werden met vaseline bepaalde gedeelten van 1–2 cm afgegrensd, waarbinnen met een penseel sporen werden gebracht. Vervolgens werd met een verstuiver water over het blad verstoven, waarna de petrischalen bij de gewenste temperaturen werden geplaatst.

Bij alle sporenkiemingsproeven werd na 24 uur het percentage gekiemde sporen bepaald.

Enkele oriënterende proeven toonden aan, dat het van weinig belang is, in welk soort water de sporen zich bevinden. Getoetst werden: 3 × over glas gedestilleerd water, 1 × over glas gedestilleerd water, regenwater en leidingwater. Leidingwater voldeed als kiemingsmilieu even goed als de overige soorten water. Alle kiemings- en infectieproeven zijn daarna met leidingwater uitgevoerd.

De druppelgrootte van het kiemingsmilieu bleek van weinig betekenis. Een hoog percentage gekiemde sporen wordt gevonden in druppels van 0,0002 cc tot en met 0,03 cc, maar ook in reageerbuizen met 2 cc en 5 cc water werden kiemingspercentages waargenomen van 90 %. Bij genoemde druppelgrootten kan het ook voorkomen, dat het percentage gekiemde sporen zeer laag is. In dit verband blijkt het sporenmateriaal dat gebruikt wordt belangrijker dan het kiemingsmilieu en de druppelgrootte.

Voor sporenkieming blijkt vrij water nodig te zijn. Is aan deze voorwaarde voldaan, dan begint de kieming na 4 tot 6 uur, onafhankelijk van de temperatuur binnen het traject waarin sporenkieming mogelijk is.

De temperatuur waarbij sporenkieming kan plaatsvinden, strekt zich over een lang traject uit, hetgeen blijkt uit fig. 3, waarin de resultaten van 3 proeven zijn weergegeven.

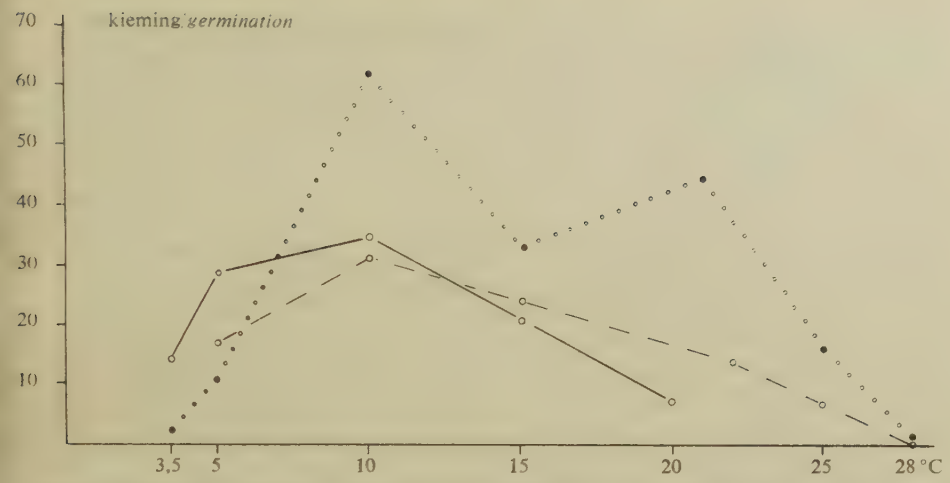


FIG. 3. Invloed van de temperatuur op de sporenkieming, bepaald na 24 uur, in 3 proeven in vitro.
Influence of temperature on germination of spores, determined after twenty four hours in three experiments in vitro.

Uit de resultaten blijkt, dat bij 3,5 °C nog sporenkieming mogelijk is. De minimumtemperatuur ligt, wanneer extrapolatie geoorloofd is, waarschijnlijk bij ± 1 °C. De optimumtemperatuur ligt in de 3 proeven bij 10 °C, de maximumtemperatuur bij 28 °C.

Bij dezelfde proeven is de indruk verkregen, dat de temperatuur ook van invloed is op de groeisnelheid van de kiembuizen in die zin, dat deze bij de optimumtemperatuur voor sporenkieming het grootst is.

Een onderzoek is ingesteld naar het verloop van de kiemkracht van de sporen na hun vorming. Allereerst werd een proef uitgevoerd, waarbij aan het eind van de middag een zieke uieplant onder gunstige omstandigheden voor sporenvorming werd gebracht. De volgende morgen om 9.00 uur werd van een gedeelte van de sporen een sporensuspensie gemaakt. De plant bleef van dat tijdstip af de gehele dag buiten de kooi in het warenhuis staan. De maximumtemperatuur op die dag was 23,5 °C, de gemiddelde temperatuur in de periode van 9.00 tot 17.00 uur 17 °C. De relatieve luchtvochtigheid variëerde in dezelfde periode van 65 % tot 80 %. 's Middags om 17.00 uur werd van de overige sporen een suspensie gemaakt. De sporen werden bij 15 °C te kiemen gezet. Deze proef werd herhaald. De resultaten van beide proeven zijn in tabel 6 weergegeven.

Uit deze gegevens blijkt, dat de kiemkracht van de sporen gedurende de dagperiode van 9.00 tot 17.00 uur in belangrijke mate afneemt. De maximumtemperatuur gedurende de uitvoering van proef A geeft aanleiding tot de veronderstelling, dat deze de kiemkracht van de sporen kan hebben beïnvloed. De resultaten van proef B tonen aan, dat ook bij een lagere temperatuur gedurende de dag de kiemkracht sterk afneemt.

Een verklaring voor de vermindering van de kiemkracht moet dan ook worden gezocht in 2 factoren, namelijk licht en vochtigheid. Om dit na te gaan zijn 5 proeven uitgevoerd, die hierna worden beschreven.

Om sporenvorming te verkrijgen, werden de planten na bevochtiging gedu-

Tabel 6. De kieming van sporen, bepaald op 2 tijdstippen na hun vorming. De planten met sporen verbleven van 9.00 uur af in daglicht zonder bevochtiging.

Germination of spores at two times after their formation. The plants with spores were kept in day-light from 9 a.m. onwards without being moistened.

Proef *Experiment*	Omstandigheden tussen 9.00 en 17.00 uur *Conditions during the period between 9 a.m. and 5 p.m.*			Kiemingspercentage x* | x + 7 uur na hun vorming *Percentage of germination x* | x + 7 hours after their formation*	
	rel. luchtv. in % *rel. humidity in %*	gem. temp. in °C *mean temp. in °C*	max. temp. in °C *max. temp. in °C*		
A	85–65	17	23,5	32,4	0,9
B	75–70	12,5	19	80–100	3,1

* x geeft aan de periode van het begin van sporenvorming af tot de volgende morgen 9.00 uur (3–11 uren).

x indicates the period between the moment of starting sporulation and 9 a.m. the next morning (3–11 hours).

rende de nacht onder een plastic kooi geplaatst, die bovendien werd afgeschermd met een papieren kap, die van buiten wit en van binnen zwart was. Onder de plastic kooi wordt een hoge vochtigheidstoestand gedurende een lange tijd gehandhaafd. De papieren kap schakelt de invloed van het licht uit.

Van de volgende morgen 9.00 uur af werden de met sporen bezette planten onder verschillende omstandigheden gebracht (tabel 7). De combinatie licht en droog werd bereikt door de planten zonder bedekking weg te zetten, de combinatie licht en vochtig door de planten opnieuw te bevochtigen en ze dan te bedekken door de plastic kooi. Ook werden de planten droog of vochtig in het donker bewaard door ze te bedekken met de papieren kap alleen resp. met de plastic kooi en de papieren kap.

De temperatuur binnen de kooi en/of papieren kap was 0,5–1 °C hoger dan daarbuiten. Dit temperatuursverschil van hoogstens 1 °C maakt, dat de relatieve luchtvochtigheid onder de kooi en/of kap 5–6 % lager kan zijn geweest dan daarbuiten. Waarschijnlijk is het verschil geringer als gevolg van de verdamping van de plant. Overigens is dit verschil met betrekking tot de resultaten van de proeven te verwaarlozen.

Na verschillende aantallen uren werden sporen van de planten verzameld ter bepaling van de kiemkracht.

De proeven A, D en E werden in het warenhuis uitgevoerd. De planten van de proeven B en C werden van 9.00 uur 's morgens af in een klimaatkast bij 10 °C geplaatst.

Uit de resultaten, die in tabel 7 zijn vermeld, blijkt, dat de factor licht geen invloed heeft op de sporenkieming. De snelle vermindering van de kiemkracht doet zich ook en in gelijke mate voor bij sporen van planten, die gedurende de gehele dag in het donker hebben gestaan.

De resultaten kunnen als volgt worden samengevat: van 1 tot 2 uur af nadat de relatieve luchtvochtigheid beneden 100 % is gedaald, neemt de kiemkracht van sporen, die aan de sporendragers zijn vastgehecht, zeer snel af en is na 3 tot 5 uur tot vrijwel nul gereduceerd. Blijven de omstandigheden, wat betreft de

TABEL 7. Kieming van sporen op verschillende tijdstippen na hun vorming. De planten met sporen verbleven van 9.00 uur af onder verschillende omstandigheden.

Germination of spores at different times after their formation. The plants with spores were kept from 9 a.m. onwards under different conditions.

Proef *Experiment*	Omstandigheden tussen 9.00 en 17.00 uur *Conditions between 9 a.m. and 5 p.m.*					Kiemingspercentage uur na hun vorming *Percentage of germination hours after their formation*						
			rel. luchtv. in % *rel. humidity in %*	gem. temp. in °C *mean temp. in °C*	max. temp. in °C *max. temp. in °C*	x*	x + 1	x + 2	x + 3	x + 5	x + 7	x + 8
A 1	donker *dark*	droog *dry*	90–45	28	35	22,8			3			1,3
B 1	donker *dark*	droog *dry*	75–70	10	10	90–100		10,5		3,4		1,0
C 1	donker *dark*	droog *dry*	75–70	10	10	38,9		10,1		1,1		0,6
D 1	licht *light*	droog *dry*	95–55	19	25	43,0	10,9	3,2	2,1	1,3	2,0	
2	donker *dark*	nat *wet*	100	19	25	15,2	70,9	35,2	28,4	52,0	81,3	
3	donker *dark*	droog *dry*	95–55	19	25	32,3	73,4	28,5	9,6	5,0	1,3	
E 1	licht *light*	droog *dry*	95–78	15	18		3,8	0	0	0	0	
2	licht *light*	nat *wet*	100	15	18		10,3	41,8	32,9	41,2	50,0	

* x geeft de periode aan van het begin van sporenvorming af tot de volgende morgen 9.00 uur (3–11 uren).
x indicates the period between the moment of starting sporulation and 9 a.m. the next morning (3–11 hours).

vochtigheid, ook na sporenvorming gunstig, dan vermindert de kiemkracht van de sporen gedurende tenminste x + 7 uur, d.i. gemiddeld ongeveer 15 uur, niet.

Het is te verwachten, dat de kiemkracht van sporen die na verspreiding terecht gekomen zijn op uieloof en daar niet direct gunstige omstandigheden voor kieming aantreffen, ongeveer even lang behouden blijft.

1.4. De invloed van weersfactoren op de infectie

Onder infectie wordt verstaan de tijd, die verloopt tussen het begin van de kieming van de sporen en het moment waarop een zodanig contact met de gastheer tot stand is gekomen, dat uitwendige omstandigheden geen directe invloed meer hebben. De infectietijd omvat dus 3 processen nl. de sporenkieming, het binnendringen en de vestiging van de infectie van de waardplant. De sporenkieming is in de vorige paragraaf behandeld. In deze paragraaf wordt nader aandacht besteed aan het binnendringen en de eigenlijke infectie.

Om het tijdstip van binnendringen nader te bepalen werden een uiezaadplant en een plantui geïnoculeerd nadat tevoren de plaats van inoculatie was vastgesteld door op de zaadstengel resp. het loof met vaseline plekken af te grenzen. Op deze plekken werden met een penseel sporen gebracht. Daarna werden de planten met water bespoten en in de incubatiekast geplaatst. Verder werd de normale werkwijze toegepast. Na verschillende aantallen uren werden zowel van de zaadstengel als van het loof stukjes weefsel uitgesneden en gefixeerd. Deze stukjes werden microscopisch bekeken na ontkleuring in een oplossing van gelijke delen alcohol en ijsazijn en herkleuring met een 0,01 % oplossing van katoenblauw.

Zowel op de zaadstengel als op het loof waren de resultaten identiek.

Na 4 uur bleek slechts een enkele spore gekiemd (Plaat III, B). Na 5 uur was een gering aantal gekiemde sporen waar te nemen, waarvan de kiembuizen ongeveer even lang waren als de sporen. Deze waarneming bevestigt hetgeen reeds in de vorige paragraaf werd vermeld, dat 4 tot 6 uur na het begin van de gunstige omstandigheden de sporenkieming een aanvang neemt.

Het binnendringen van de kiembuis geschiedt steeds via een huidmondje (Plaat IV, A). Soms wordt waargenomen, dat de kiembuis direct in de richting van een nabijgelegen huidmondje groeit en daarin binnendringt. Maar ook komt het voor, dat een kiembuis langs enkele huidmondjes groeit en dan plotseling in een veel verder gelegen huidmondje binnendringt.

In een proef werd 16 uur nadat de sporen op het blad resp. zaadstengel waren gebracht, waargenomen, dat enkele kiembuizen in het huidmondje waren binnengedrongen. In twee andere proeven werd dit pas na 23 uur resp. 27 uur geconstateerd. In één geval werd reeds na 6 uur, dus zeer spoedig na kieming, één kiembuis in een huidmondje aangetroffen.

Een aantal proeven is uitgevoerd om na te gaan of de temperatuur invloed heeft op het binnendringen. Daartoe werd een sporensuspensie gebracht op stukjes blad van 7–8 cm lengte in petrischalen waarvan de bodem en deksel voorzien waren van vochtig filtreerpapier. De schalen werden bij verschillende temperaturen geplaatst nl. 3,5, 7, 10, 15, 20, 23, 25 en 30 °C. Bij 30 °C trad geen kieming meer op. Binnen het temperatuurtraject van 3,5 °C tot 25 °C bleken bij alle temperaturen na 24 uur verschillende kiembuizen in de huidmondjes te zijn binnengedrongen.

Om de infectietijd na te gaan, werden, verschillende aantallen uren na inoculatie volgens de in paragraaf 1.1 beschreven methodiek, planten in een omgeving met een zeer lage relatieve luchtvochtigheid gebracht na droogblazen met een föhn. Op deze wijze werden reeds symptomen verkregen op planten die 8 uur na inoculatie, d.i. 4 uur na het begin van kieming van de sporen, aan de gunstige omstandigheden voor infectie werden onttrokken.

Het blijkt dus, dat in principe spoedig na kieming van een spore binnendringing van de kiembuis in een huidmondje mogelijk is. Het is moeilijk een tijdsduur voor infectie aan te geven, hoewel in de vermelde proeven binnendringen van betekenis pas optrad na een periode die variëerde van 16 tot 27 uur na inoculatie, d.i. 12 tot 21 uur na het begin van de kieming.

Hierbij dient te worden opgemerkt, dat bij de proeven in het laboratorium na inoculatie steeds vrij water op de plantedelen aanwezig is geweest. Bovendien is een zeer dichte sporensuspensie gebruikt waardoor de kans voor infectie korte tijd na kieming van de spore groter is dan in het veld het geval zal zijn.

De factor licht heeft geen invloed op de infectie. Hoewel alle proeven in het laboratorium zijn uitgevoerd in een kelderruimte die vrij donker was, duiden de infecties in het veld er toch op, dat het licht geen beperkende factor is voor het infectieproces.

1.5. De invloed van weersfactoren op de incubatietijd

Onder incubatietijd wordt verstaan de periode die ligt tussen het begin van de sporenkieming en het moment waarop de eerste ziektesymptomen verschijnen of sporulatie optreedt.

Van juni 1955 af tot en met december 1957 werden vele inoculaties uitgevoerd.

Na inoculatie werden de planten in het warenhuis geplaatst, waarin temperatuurwaarnemingen werden verricht met een thermograaf.

Iedere inoculatie werd steeds gelijktijdig bij een aantal planten verricht. De indruk werd verkregen, dat de incubatietijd wordt verlengd indien na de inoculatie hoge temperaturen nl. tussen 25 °C en 30 °C optreden.

In het laboratorium bleek de lengte van de incubatietijd, beschouwd over alle proeven, zich bij inoculatie van het loof tussen vrij ruime grenzen te kunnen bewegen nl. gemiddeld tussen 10 en 17 dagen. De incubatietijd bedroeg bij uitzondering 18 tot 20 dagen. De indruk werd verkregen, dat bij zaadstengelinfecties de incubatietijd gemiddeld 2 tot 3 dagen langer is.

Van grotere betekenis is de waarneming, dat bij gelijktijdige inoculatie van een aantal planten van gelijke ouderdom in vele gevallen de symptomen op de verschillende planten niet op één dag optreden, maar verspreid over een periode van 2 tot 9 dagen, met als gemiddelde 3 tot 4 dagen. Hier speelt ongetwijfeld de invloed van de plant een rol. Ook bij aantasting in het veld komt dit tot uiting. Na het optreden van gunstige weersomstandigheden voor infectie breken de symptomen nooit op één dag uit, maar steeds gedurende een periode die kan variëren van 3 tot 10 dagen, met als gemiddelde 6 tot 7 dagen. In bijna alle gevallen wordt wel een dag met een topaantasting gevonden.

1.6. Bespreking

Het doel van het laboratoriumonderzoek is geweest om de invloed van de weersfactoren op de verschillende stadia van de infectiecyclus van *Peronospora destructor* na te gaan. Daarbij is overwegend aandacht besteed aan het verband weer-ziekteverwekker, terwijl in enkele gevallen ook het verband weer-plant en plant-ziekteverwekker ter sprake kwam.

De resultaten van het laboratoriumonderzoek veroorloven niet het opstellen van een volledige hypothese over de minimumvoorwaarden waaraan de weersomstandigheden moeten voldoen om gunstig te zijn voor infectie. Maar wel kunnen op enkele punten voorwaarden worden gesteld.

Een gunstige weerssituatie moet aanvangen met een periode van tenminste 3 tot 5 uur, waarin bij voorkeur vrij water aanwezig is om de vorming van sporen mogelijk te maken. Voor het vormen en vrijkomen van een zodanig aantal sporen, dat de kans voor infectie van het gewas reëel moet worden geacht, is zeker een langere tijdsduur nodig. De gunstige omstandigheden voor sporulatie moeten aanvangen tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens. Sporenvorming treedt alleen op gedurende de avond, de nacht en de vroege morgen. Na genoemde minimale tijdsduur houdt de sporenvorming aan zolang de overige voorwaarden gunstig blijven.

Zelden zal de temperatuur tijdens vochtige nachten een belemmerende factor zijn voor sporenvorming, aangezien deze binnen een temperatuurstraject van 3 °C tot tenminste 22 °C mogelijk is. Beneden 3 °C vindt weinig of geen sporulatie plaats. Het is dus mogelijk, dat lage nachtelijke temperaturen sporenvorming verhinderen maar gedurende het groeiseizoen van de uien komt dit nauwelijks voor. In enkele gevallen kan het voorkomen dat de schimmel, ondanks het feit dat de omstandigheden gunstig zijn voor sporenvorming, niet of zeer matig sporuleert, nl. wanneer de voorafgaande dagperiode zeer warm is geweest of wanneer in de voorafgaande nacht reeds overvloedige sporenvorming heeft plaatsgevonden.

Voor sporenkieming is een bladnatperiode van tenminste 4 tot 6 uur nodig. Sporenkieming is mogelijk binnen een temperatuurstraject van 1 °C tot 28 °C. Onderbreking van de gunstige vochtigheidstoestand voor sporenkieming doet de kiemkracht van de sporen snel verminderen. Na 1–2 uur is deze voor sporen, die aan de sporendragers zijn vastgehecht, reeds belangrijk afgenomen en na 5 uur is hij vrijwel geheel verloren gegaan. Het is te verwachten, dat hetzelfde geldt voor sporen, die na verspreiding terechtkomen op uieloof en daar niet direct gunstige omstandigheden voor kieming aantreffen.

Nadat de sporenkieming is begonnen, is spoedig binnendringen van de kiembuis in het huidmondje mogelijk. In één geval werd reeds 2 uur na kieming binnendringen waargenomen. Binnendringing van betekenis trad echter pas op in een periode die variëerde van 12 uur tot 21 uur na sporenkieming. Het is niet bekend, welke de voorwaarden voor de vochtigheidstoestand voor het binnendringen zijn, maar het is te verwachten dat deze hoog moet zijn.

De infectie kan binnen een temperatuurstraject van 3 °C en 25 °C plaatsvinden. Overdag kan dus een temperatuur boven 25 °C een beperkende factor zijn.

Het blijkt, dat voor de gehele infectiecyclus van *Peronospora destructor* de relatieve vochtigheid van de atmosfeer nabij het blad de belangrijkste factor is. De temperatuur is, althans onder veldomstandigheden, van minder betekenis. Hetzelfde geldt voor de factoren licht en wind.

Bij het beoordelen van de resultaten van het veldonderzoek, dat in de volgende paragraaf zal worden besproken, kunnen wij dus, kort samengevat, in ieder geval de volgende minimumvoorwaarden stellen.

1. Een gunstige weerssituatie begint met een periode van tenminste 7 uur, waarbij vrij water op het loof aanwezig dient te zijn, nodig voor de vorming en de kieming van de sporen. Deze periode moet aanvangen tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens.
2. Deze periode kan tussen de vorming en de kieming van de sporen hoogstens gedurende enige uren worden onderbroken.
3. De periode, genoemd onder 1, moet worden gevolgd door een aantal uren waarin vrij water aanwezig is of een hoge relatieve luchtvochtigheid heerst voor het tot stand komen van infectie. De duur van deze periode, noch de grenswaarde van de relatieve luchtvochtigheid werden vastgesteld.

2. VELDONDERZOEK

Om in het veld het verband tussen bepaalde weersomstandigheden en het optreden van valse meeldauw na te gaan, zijn in 1955 en 1956 proefvelden aangelegd, waarop naast meteorologische waarnemingen ook een dagelijkse beoordeling van de aantasting door valse meeldauw werd verricht. In de volgende paragrafen zullen de gegevens van deze proefvelden worden besproken. In de eerste plaats zal worden nagegaan of er inderdaad een verband bestaat tussen bepaalde microklimatologische gegevens, verkregen uit waarnemingen in het gewas op 0,10 m boven de grond en de perioden van uitbreiding van de ziekte. Bestaat dit verband, dan kunnen dus kritieke dagen worden gesignaleerd met de mogelijkheid een berichtendienst in te stellen op basis van microklimatologische waarnemingen. Uit praktische overwegingen is het echter gewenst dat bij het uitvoeren van een berichtendienst gebruik gemaakt wordt van macroklimatologische waarnemingen op 2,20 m hoogte. In een afzonderlijke paragraaf 2.3 zal

het verband tussen klimatologische waarnemingen op 2,20 m hoogte en op 0,10 m hoogte in het gewas nader worden besproken.

2.1. Methodiek

Voor het in de inleiding genoemde onderzoek werd de volgende proefopzet ontwikkeld, waarbij gebruik gemaakt werd van een cirkelvormig proefveld.

Een dergelijk proefveld heeft een straal van 8 m (Plaat IV, B). Het wordt verdeeld in 16 sectoren, gescheiden door paden. Hierdoor is het mogelijk om na te gaan of de ligging van de sector(en) waarin in een bepaalde periode van uitbreiding van de ziekte de meeste aantasting voorkomt, overeenstemt met de overheersende windrichting in het begin van de betreffende kritieke dag.

Om de kans op infectie zo groot mogelijk te maken, werd het proefveld beplant met plantuitjes van het ras Zittauer Riesen. Het tweedejaars plantuiengewas geeft namelijk een zeer welige loofontwikkeling en bovendien is het genoemde ras zeer vatbaar voor valse meeldauw.

Het planten geschiedde in rijen, evenwijdig aan de omtrek van het proefveld. Het plantverband was 8 × 25 cm d.w.z. 8 cm in de rij en 25 cm tussen de rij.

In het centrum van het proefveld werd een oppervlakte van 1 m × 1 m = 1 m^2 aanvankelijk onbeplant gelaten. Dit gedeelte werd later beplant met 8 à 10 systemisch zieke planten, afkomstig van een praktijkveld, of met kunstmatig geinfecteerde planten. Deze planten vormden dus de besmettingsbron voor het overige gedeelte van het proefveld. Teneinde deze besmettingsbron in stand te houden, werden, wanneer de planten in het centrum waren afgestorven, nieuwe planten aangevoerd, hetzij van elders, hetzij uit het omringende gedeelte van het proefveld indien daarin, als gevolg van nieuwe infecties, zieke planten werden waargenomen. Van de aanvang af tot het einde van de proef werden waarnemingen verricht over de relatieve luchtvochtigheid en de temperatuur, zowel op 0,10 m hoogte in het gewas als op 2,20 m hoogte in een weerhut. De gegevens over de windrichting werden ontleend aan de gebruikelijke waarnemingen van het meest nabijgelegen synoptische station.

Het proefveld werd dagelijks nagekeken op de aanwezigheid van symptomen, waarbij het aantal aangetaste bladeren per sector werd genoteerd. De aangetaste bladeren werden bij iedere telling verwijderd; op deze wijze werd getracht het centrum als enige besmettingsbron te doen fungeren.

Wanneer wij de opgedane ervaringen met deze vorm van proefvelden nagaan, mag gezegd worden, dat dit type voor dit onderzoek goed heeft voldaan.

Voorwaarden zijn, dat steeds een besmettingsbron aanwezig is en dat de aangetaste plantedelen direct na telling worden verwijderd. Gebeurt dit niet, dan gaan de zieke planten in de sectoren op zichzelf als besmettingsbron fungeren en is het moeilijk het gezochte verband te vinden. Een dergelijk proefveld vereist daarom zeer geregelde en intensieve waarnemingen, hetgeen het moeilijk maakt een geschikte proefveldhouder te vinden.

Zolang de perioden van uitbreiding van de ziekte van elkaar gescheiden zijn, kan op deze wijze een goed inzicht verkregen worden in het verband tussen microklimaat en optreden van valse meeldauw. Als de gunstige weerssituaties elkaar echter snel opvolgen of als de zieke bladdelen niet zijn verwijderd, is het verband moeilijk te vinden of gaat voor een groot deel verloren.

In de volgende paragrafen zullen de met dit type proefvelden verkregen resultaten worden besproken.

2.2. Het verband tussen de microklimatologische omstandigheden in het gewas en het optreden van valse meeldauw

In 1955 en 1956 werden in totaal 4 cirkelvormige proefvelden aangelegd nl. in 1955 en 1956 op het proefterrein van het K.N.M.I. te De Bilt, in 1956 op een perceel van de heer J. MEYER te Ouddorp en op het proefterrein van het Proefstation voor de Groenteteelt in de Volle Grond in Nederland te Alkmaar.

In de figuren 4 en 5 (vouwbladen) zijn waarnemingen betreffende de klimatologische omstandigheden en over de uitbreiding van de ziekte in het proefveld De Bilt, 1956 en Ouddorp, 1956 grafisch uitgezet. Op dezelfde wijze zijn ook de gegevens van de andere proefvelden gerangschikt. Uit het verloop van de relatieve vochtigheid en de aantasting door valse meeldauw moet nu, met behulp van de in het laboratorium verkregen gegevens, worden getracht een hypothese op te stellen over de microklimatologische omstandigheden waarbij infectie is te verwachten.

De door de hygrograaf geregistreerde gegevens zijn, zonodig na correctie, in 5 klassen ingedeeld nl. 30–60, 60–80, 80–90, 90–95 en 95 % of hoger. Een bezwaar is, dat waarnemingen met een hygrograaf geen inlichtingen verschaffen omtrent de bladnatperiode, die van belang is voor sporenvorming en sporenkieming. Daarom is bij de beoordeling van de gegevens aangenomen, dat in een periode, waarin de relatieve luchtvochtigheid 95 % of hoger is geweest, in ieder geval op bepaalde delen van de plant gedurende het grootste gedeelte vrij water aanwezig is geweest.

Bij de bespreking van het laboratoriumonderzoek is vastgesteld, dat iedere gunstige weerssituatie dient aan te vangen tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens. In de figuren 4 en 5 is nu het verloop van de relatieve luchtvochtigheid uitgezet van het zo juist omschreven tijdstip af gedurende 30 uur.

De gegevens over de windrichting zijn een hulpmiddel om te bepalen of op een kritieke dag inderdaad infecties tot stand zijn gekomen. Van iedere dag is de overheersende windrichting in de vroege morgenuren aangegeven, omdat dan de verspreiding van de sporen plaatsvindt.

Aangezien tevens de verdeling van de aantastingscijfers over de verschillende sectoren bekend is, kan het verband met de windrichting op een voorafgaande kritieke dag worden nagegaan, evenwel alleen zolang het centrum van het proefveld als enige besmettingsbron fungeert. Een minder duidelijk verband met de windrichting is te verwachten

1. wanneer een kritieke weerssituatie optreedt op een tijdstip dat reeds symptomen aanwezig zijn als gevolg van reeds eerder opgetreden kritieke omstandigheden;
2. wanneer aangetaste bladeren niet verwijderd zijn en van autoïnfectie van de betreffende sectoren kan worden gesproken.

Het onder 1. genoemde is van de meeste betekenis. Het verwijderen van aangetaste bladeren is op alle proefvelden met grote zorg geschied, hoewel het volledig opzuiveren uitgesloten bleek te zijn.

Hieruit volgt, dat alleen een direct verband met de windrichting kan worden gezocht bij de eerste kritieke weerssituatie in het seizoen en bij de volgende kritieke dagen, wanneer zij zijn opgetreden tussen 2 perioden waarin symptomen van de ziekte zijn waargenomen. Bij het voorkomen van een kritieke dag gedurende een periode van uitbreiding van de ziekte zal alleen bij een geringe aan-

tasting nog een direct verband met de windrichting kunnen worden verwacht. In andere gevallen kan men toch trachten de overheersende windrichting tijdens de kritieke weerssituatie met de waargenomen aantasting per sector in verband te brengen door de totale aantastingscijfers te vergelijken met die op de kritieke dag.

In tabel 8 is een overzicht gegeven van alle perioden waarin symptomen van valse meeldauw werden waargenomen.

TABEL 8. Perioden van uitbreiding van valse meeldauw in 4 cirkelvormige proefvelden.
Periods of spread of downy mildew on 4 circular experimental fields.
O = *East*; Z = *South*

Proefveld *Experimental field*	Perioden waarin symptomen optraden *Periods in which symptoms occurred*	Dag met het grootste aantal aangetaste bladeren *Day with the greatest number of diseased leaves*	Sectoren met de meeste aangetaste bladeren *Sectors with the greatest number of diseased leaves*
De Bilt, 1955	27 juni t/m 30 juni	–	–
	9 juli t/m 15 juli	13 juli	NO
	24 juli t/m 27 juli	–	NO
	31 juli t/m ?	–	NO
De Bilt, 1956	20 juni t/m 26 juni	22 juni	Z
	30 juni t/m 9 juli	4 juli	ZW–ZO
	14 juli t/m 21 juli	18 juli	NW–N
	22 juli t/m ?	27 juli?	ZW–ZO
Ouddorp, 1956	28 juni t/m 5 juli	2 juli	NO–ZO
	11 juli t/m 19 juli	16 juli	ZO
	20 juli t/m 24 juli	21 juli	ZO
	25 juli t/m ?	–	–
Alkmaar, 1956	22 juni t/m 26 juli	23 juni	Z
	30 juni t/m 5 juli	–	–
	6 juli t/m 15 juli	14 juli	O–NO
	16 juli t/m 22 juli	16 juli	O–NO
	23 juli t/m ?	26 juli?	ZW–NW

Uit deze gegevens blijkt, dat na een kritieke weerssituatie de ziektesymptomen nooit op één dag worden waargenomen, maar verspreid over een aantal dagen, waarbij in het algemeen een dag met een top van aantasting optreedt. Ook in het laboratorium werd dit waargenomen (hoofdstuk II, paragraaf 1.5). Slechts 8 perioden van uitbreiding zijn duidelijk afgescheiden van de overige. De meeste perioden lopen in elkaar over, blijkbaar als gevolg van de snelle opeenvolging van kritieke dagen. Uit de toppen van aantasting is dan toch een, zij het niet altijd exacte, onderscheiding van perioden mogelijk. In totaal zijn 17 perioden van uitbreiding onderscheiden.

Het is op grond van het laboratoriumonderzoek duidelijk, dat de kritieke dagen zich zullen onderscheiden van de overige dagen door een langdurig hoge vochtigheidstoestand van de lucht.

Om nu een hypothese te kunnen opstellen over de voorwaarden waaraan de weersomstandigheden bij een kritieke weerssituatie moeten voldoen, is in tabel 9 een overzicht gegeven van het verloop van de relatieve luchtvochtigheid op die dagen, waarop zonder twijfel infecties tot stand zijn gekomen omdat, in verband

TABEL 9. Verloop van de relatieve luchtvochtigheid op 0,10 m hoogte op dagen, waarop met zekerheid infecties tot stand zijn gekomen.
Course of the relative humidity at a height of 0,10 m on days on which infections have taken place with certainty.
O = *East;* Z = *South*

Proefveld *Experimental field*	Datum *Date*	Duur in uren van de opeenvolgende perioden met een relatieve luchtvochtigheid van: *Duration in hours of the successive periods with a rel. humidity of:*									Windrichting op kritieke dag *Wind direction on critical day*	Corresponderende periode van uitbreiding *Corresponding periods of spread of the disease*
		>95	90–95	80–90	60–80	30–60	60–80	80–90	90–95	>95		
De Bilt, 1955	29/6	4,5	3,5	——	——	——	——	——	——>	>17,5	ZW–W	9/7 t/m 15/7
	14/7	11	3	3	5	——	——>	1,5	2,5	> 2,5	Z–W	25/7 t/m 27/7
De Bilt, 1956	10/6	11,5	——>	4,5	——	——	——	——>	1,5	> 8	N–NO	20/6 t/m 26/6
	18/6	17,5	0,5	7	1,5	——	——>	0,5	0,5	> 3,5	N–NO	30/6 t/m 9/7
	10/7	19,5	3	——	——	——	——	——	——>	> 7,5	W–N	22/7 t/m ?
Ouddorp, 1956	19/6	2,5	2	5,5	——	——	——	——>	0,5	> 3	Z–NW	28/6 t/m 5/7
	29/6	11	2,5	3,5	3	——	——>	1,5	1	> 7,5	W–N	11/7 t/m 19/7
	10/7	12	1,5	11,5	——	——	——	——>	>4		W–N	20/7 t/m 24/7
Alkmaar, 1956	26/6	12	0,5	4	7	——	——>	1	1	> 2	ZW–W	6/7 t/m 15/7
	14/7	17	0,5	1,5	1	——	——>	3	——>	> 7,5	NO–ZO	23/7 t/m ?

met de incubatietijd, relatieve luchtvochtigheid en windrichting andere dagen niet in aanmerking komen en er dus geen andere keus is.

Bij de beoordeling van de gegevens van tabel 9 kan gebruik worden gemaakt van de resultaten van het laboratoriumonderzoek. Iedere kritieke weerssituatie opnieuw dient aan te vangen met een periode van tenminste 7 uur, waarin de relatieve luchtvochtigheid 95 % of hoger is. Deze tijd is nodig voor vorming en kieming van de sporen, maar hierin is niet inbegrepen de tijd, nodig voor het vormen van een zodanig aantal sporen, dat de kansen voor infectie reëel zijn, en de tijd, nodig voor rijping van de sporen. Het is dus zeer waarschijnlijk, dat de genoemde tijdsduur van 7 uur met verscheidene uren moet worden verlengd. In principe is direct na kieming infectie mogelijk, maar ook hier is gebleken, dat een aantal uren nodig is voordat infectie van betekenis is opgetreden.

Het valt op, dat op de data 29 juni (De Bilt, 1955) en 19 juni (Ouddorp, 1956) niet wordt voldaan aan de minimumeis van een 7-urige periode met een relatieve luchtvochtigheid van 95 % of hoger. Op deze dagen wordt deze periode na enkele uren gedurende enige tijd onderbroken. Tijdens deze onderbreking daalt de relatieve luchtvochtigheid niet beneden 80 %.

Hieruit kan worden afgeleid, dat een korte onderbreking van deze periode de vochtigheidstoestand op het blad niet zodanig beïnvloedt, dat ook de bladnatperiode wordt onderbroken.

Ten aanzien van de overige dagen blijkt gedurende tenminste 11 uur de relatieve luchtvochtigheid 95 % of hoger te zijn geweest. Men kan nu uitgaande van de gestelde minimumeisen veronderstellen, dat dit criterium de gehele gunstige weerssituatie, die nodig is voordat infectie tot stand komt, karakteriseert. Er worden dan echter 59 dagen gesignaleerd, die volgens dit criterium kritiek zijn, waarvan 27 effectief geweest kunnen zijn, hetgeen tot uiting komt in 17 perioden van uitbreiding. Ondanks het feit, dat om verschillende redenen geen infectie kan zijn opgetreden, is het toch zeer waarschijnlijk, dat het waarnemen van de niet effectieve dagen voor een deel te wijten is aan het toepassen van een te zwak gesteld criterium.

Verzwaren van het criterium betekent het kiezen van een lagere minimumeis voor de relatieve luchtvochtigheid en het in de beoordeling betrekken van een groter aantal uren dan 11. Men kan dan echter niet vasthouden aan de eis van een 7-urige periode van 95% of hoger. Immers dan wordt een steeds groter aantal „verondersteld" kritieke dagen waargenomen dan bij het reeds besproken criterium van 11 uur 95 % of hoger. Het is dus zeer waarschijnlijk, dat het grootste deel van deze 11-urige periode nodig is voor sporenvorming, rijping van de sporen en sporenkieming en dat deze periode nog moet worden gevolgd door een aantal uren met hoge luchtvochtigheid, nodig voor infectie. Men kan nu de minimumeis voor de relatieve luchtvochtigheid in de periode, volgende op die van 11 uur $\geqslant$95 % in de eerste instantie op 90 % stellen. Uit tabel 9 volgt dan, gezien de gegevens van 29 juni 1956 te Ouddorp, dat het criterium 11 uur $\geqslant$95 % + 2,5 uur $\geqslant$90 %, ter vereenvoudiging 2 uur $\geqslant$90 %, voor toetsing in aanmerking komt. Dan blijkt echter, dat de kritieke dag 10 juni 1956, De Bilt, niet wordt herkend. Ten aanzien van de te stellen hypothese betekent dit, dat de minimumeis opnieuw moet worden verlaagd en wel tot 80 %. Uit de gegevens van tabel 9 (14 juli 1955, De Bilt en 29 juni 1956, Ouddorp) kan het criterium 11 uur $\geqslant$95 % + tenminste 6 uur $\geqslant$80 % worden afgeleid. Deze toetsing levert 44 kritieke dagen op, waarvan 23 effectief kunnen worden geacht. Vergeleken met het eerste

TABEL 10. Kritieke dagen op 4 proefvelden bij toepassen van het criterium 11 uur rel. luchtv. ⩾95% + tenminste 6 uur rel. luchtv. ⩾80%, afgeleid uit waarnemingen op 0,10 m hoogte.

Critical days on 4 experimental fields when applying the criterium 11 hours rel. hum. ⩾95% + at least 6 hours rel. hum. ⩾80%, derived from observations at 0.10 m.

O = *East;* Z = *South*

Proefveld *Experimental field*	Kritieke dag *Critical day*	Neerslag in de voorafgaande nacht van 18.00–6.00 uur in mm *Rainfall in the preceding evening and night from 6 p.m. till 6 a.m. in mm*	Overheersende windrichting *Prevailing wind direction*	Min. temp. in °C *Min. temp. in °C*	Periode van uitbreiding *Periods of spread of the disease*	Incubatietijd in dagen *Incubation period in days*	+ Duidelijk verband tussen kritieke dag en periode van uitbreiding + *Clear relation between critical day and period of spread of the disease*
De Bilt, 1955	8 juni	0,0	W	10,5	–	–	–
	9 juni	2,7	N–NO	7,5	–	–	–
	13 juni	14,6	NW–N	10,0	27/6 t/m 30/6	14–17	+
	29 juni	0,0	ZW–W	13,0	9/7 t/m 15/7	10–16	+
	30 juni	0,2	W–NW	12,5	–	–	–
	8 juli	0,3	N–NO	13,0	–	–	–
	14 juli	0,1	Z–W	15,5	24/7 t/m 27/7 1/8 t/m ?	10–13	+
De Bilt, 1956	10 juni	5,0	N–NO	11,0	20/6 t/m 26/6	10–16	+
	11 juni	6,6	ZW	12,0	–	–	–
	12 juni	0,6	Z–NW	12,0	–	–	–
	17 juni	1,4	ZO	10,0	–	–	–
	18 juni	1,2	N–NO	8,0	30/6 t/m 9/7	12–21	+
	2 juli	3,3	Z	12,0	14/7 t/m 21/7	12–19	+
	4 juli	3,0	Z–ZW	14,0	14/7 t/m 21/7	10–17	+
	5 juli	2,6	ZW	15,0	14/7 t/m 21/7	9–16	+
	10 juli	0,2	W–N	14,0	22/7 t/m ?	12–?	+
	13 juli	0,0	NO	13,0	22/7 t/m ?	9–?	+
Ouddorp, 1956	10 juni	1,0	N–NO	10,0	–	–	–
	11 juni	2,8	ZW	12,0	–	–	–
	12 juni	0,3	Z–NW	11,5	–	–	–
	17 juni	4,5	ZO	9,5	–	–	–
	18 juni	4,6	N–NO	10,0	–	–	–
	19 juni	0,0	Z–NW	9,5	28/6 t/m 5/7	9–16	+
	29 juni	4,8	W–N	10,0	11/7 t/m 19/7	12–20	+
	30 juni	0,1	ZW–W	12,0	–	–	–
	2 juli	0,9	Z	14,0	–	–	–
	4 juli	1,3	Z–ZW	13,0	–	–	–
	5 juli	1,5	ZW	15,0	–	–	–
	10 juli	0,6	W–N	13,5	20/7 t/m 24/7	10–14	+
	14 juli	0,0	NO–N–ZW	12,5	25/7 t/m ?	10–?	+
	15 juli	0,1	ZW–W	13,5	–	–	–
Alkmaar, 1956	4 juni	5,5	Z–ZW	13,5	–	–	–
	11 juni	0,0	N–NO	15,0	22/6 t/m 26/6	11–15	+
	12 juni	0,0	NW–NO	12,0	22/6 t/m 26/6	10–14	+
	17 juni	4,4	ZO	12,0	30/6 t/m 5/7	13–18	+
	18 juni	2,5	N–NO	13,5	30/6 t/m 5/7	12–17	+
	19 juni	0,0	Z–W	12,5	30/6 t/m 5/7	11–16	+
	26 juni	0,0	ZW–W	10,5	6/7 t/m 15/7	10–19	+
	30 juni	0,1	ZW–W	14,5	–	–	–
	2 juli	1,9	Z	16,5	–	–	–
	5 juli	4,9	ZW	17,0	16/7 t/m 22/7	11–17	+
	7 juli	0,0	ZW	14,5	16/7 t/m 22/7	9–15	+
	10 juli	0,1	W–N	16,5	–	–	–
	14 juli	0,0	NO–ZO	17,5	23/7 t/m ?	9–?	+

gestelde criterium van 11 uur $\geqslant 95\,\%$ blijkt, dat het aantal „verondersteld" kritieke dagen verminderd is van 59 tot 44 en het aantal mogelijk effectieve dagen van 27 tot 23. Hieruit volgt, dat de aanvullende periode van tenminste 6 uur $\geqslant 80\,\%$ in vrij belangrijke mate bepalend moet zijn voor het tot stand komen van de infecties.

Het is mogelijk het criterium anders te formuleren door de relatieve luchtvochtigheid over een nog groter aantal uren te beoordelen. Het aantal kritieke dagen blijft dan met een variatie van $\pm$ 1 steeds gelijk.

In tabel 10 zijn nu de gegevens van de kritieke dagen, die worden gevonden op basis van de hypothese 11 uur $\geqslant 95\,\%$ + tenminste 6 uur $\geqslant 80\,\%$ per proefveld vermeld.

Nadere beschouwing van de gegevens van tabel 10 geeft aanleiding tot de volgende opmerkingen.

Met één uitzondering kunnen alle waargenomen perioden van uitbreiding van de ziekte in verband worden gebracht met één of meer voorafgaande kritieke dagen. Deze uitzondering is de waarneming op 1 augustus op het proefveld te De Bilt in 1955, toen na een periode van 5 dagen waarin geen symptomen werden waargenomen, 131 aangetaste bladeren werden gevonden. De voorgaande periode van uitbreiding werd afgesloten met een waarneming van 68 aangetaste bladeren op 27 juli. Het optreden van symptomen in een periode, die vermoedelijk reeds op zondag 31 juli begon, is met het gestelde criterium niet te verklaren. Hiervoor kunnen 2 redenen worden aangevoerd.

1. Het criterium is niet juist. In dit geval zou alleen 18 juli als kritieke dag in aanmerking komen. Aangezien de vochtigheidstoestand op die dag pas om 8.30 uur 's morgens gunstig werd voor sporenvorming, moet het, op grond van het laboratoriumonderzoek, uitgesloten worden geacht, dat sporulatie is opgetreden.

2. De periode van uitbreiding, die vermoedelijk op 31 juli begon, is in werkelijkheid een verlengstuk van de periode van 24 t/m 27 juli en wel op grond van de volgende overwegingen.

De periode van 24 t/m 27 juli is korter dan in het algemeen eind juli wordt waargenomen. Bovendien is het opvallend, dat op 27 juli een toename in plaats van een te verwachten afname van het aantal aangetaste bladeren werd gezien.

Van de 44 waargenomen kritieke dagen blijken er tenminste 21 niet effectief te zijn geweest, d.i. bijna 50 %. Het criterium is geheel gebaseerd op waarnemingen betreffende de relatieve luchtvochtigheid. Minimumtemperatuur en neerslag kunnen, gezien de gegevens van tabel 10 niet als redenen voor het uitblijven van infectie worden beschouwd. Wel zijn hiervoor enkele andere redenen aan te geven.

1. De bladnatperiode is afgeleid uit waarnemingen met een hygrograaf. Daarbij is gesteld, dat de duur van deze periode overeenkomt met het aantal uren, dat gedurende de avond en nacht de relatieve luchtvochtigheid 95 % of hoger is geweest. Absolute waarnemingen over de bladnatperiode zijn door ontbreken van geschikte apparatuur echter niet verricht.

2. In enkele gevallen is kort na het beplanten van het centrum met systemisch zieke planten een gunstige weerssituatie opgetreden. Het is dan echter niet zeker, dat ook sporenvorming plaatsvindt. Na overplanten heeft een uieplant enige dagen nodig zich te herstellen. Dan pas blijkt sporuleren weer mogelijk te zijn.

3. In enkele gevallen is aan een kritieke dag een periode van warm, droog weer voorafgegaan. In de eerste nacht, dat na deze weerssituatie gunstige omstandigheden voor sporuleren optreden, vindt vaak geen sporenvorming plaats.
4. In die gevallen, waarin een kritieke periode d.i. een aaneengesloten reeks van kritieke dagen optreedt, moet men er rekening mee houden, dat sporenvorming niet of in geringe mate plaatsvindt wanneer de schimmel in de voorafgaande nacht reeds overvloedig heeft gesporuleerd.

Het is zeer waarschijnlijk, dat in de meeste gevallen het uitblijven van infectie moet worden toegeschreven aan de mate van sporenvorming. Met de beschikbare gegevens is het echter niet mogelijk de juiste reden voor het uitblijven van infectie op ieder van de niet effectieve kritieke dagen afzonderlijk aan te geven. In dit verband moet er op worden gewezen, dat het bij verdere toetsing van het criterium van belang is alsnog waarnemingen te verrichten over:
1. de bladnatperiode met behulp van een intussen ontwikkelde bruikbare apparatuur;
2. de mate van sporuleren door hierover iedere morgen waarnemingen te verrichten en direct daarna de sporen te verwijderen.
Het is zeer waarschijnlijk, dat wanneer deze waarnemingen ons ter beschikking hadden gestaan, het uitblijven van infectie van een groot deel van de niet effectieve kritieke dagen verklaard had kunnen worden.
Van de 17 in de 4 proeven waargenomen perioden van uitbreiding van de ziekte kunnen er 16 in verband worden gebracht met de op basis van microklimatologische gegevens bepaalde kritieke dagen. In één geval (De Bilt, 1955) bestaat dit verband niet, maar het is, zoals reeds is besproken, zeer dubieus of hier van een afzonderlijke periode van uitbreiding sprake is. Dit resultaat is, ondanks het feit dat een groot deel van de waargenomen kritieke dagen niet effectief is geweest, zeer gunstig. Hieruit moet dan ook de conclusie worden getrokken, dat het alleszins verantwoord is met het gestelde criterium (11 uur $\geqslant 95\ \% +$ tenminste 6 uur $\geqslant 80\ \%$) als hypothese verder te werken.
Het bepalen van gunstige weerssituaties uit microklimatologische waarnemingen is praktisch moeilijk uitvoerbaar. Daarom wordt in de volgende paragraaf aandacht besteed aan het verband tussen macro- en microklimatologische waarnemingen om na te gaan of waarnemingen op 2,20 m hoogte kunnen worden gebruikt voor het signaleren van kritieke dagen.

2.3. Het verband tussen klimatologische waarnemingen op 2,20 m hoogte en in het gewas

In de vorige paragraaf is gebleken, dat het mogelijk is om kritieke dagen te signaleren op basis van microklimatologische waarnemingen in het gewas. Een praktische toepassing hiervan zou het instellen van een berichtendienst voor valse meeldauw zijn.
Het is duidelijk, dat een berichtendienst bij gebruik van microklimatologische waarnemingen gebaseerd zou moeten zijn op gewaswaarnemingen in de verschillende vormen van uienteelt hetgeen veel organisatie en kosten met zich zou meebrengen, òf op waarnemingen in dat gewas, waarin door de loofontwikkeling de gunstige omstandigheden voor infectie het snelst bereikt zijn, met name het plantuiengewas. In dit laatste geval zouden toch nog vele waarnemingsposten moeten worden ingericht om een representatief beeld voor een geheel

gebied te kunnen verkrijgen. Indien het mogelijk zou zijn kritieke dagen te signaleren op grond van macroklimatologische waarnemingen, zou in de organisatie een belangrijke vereenvoudiging kunnen worden aangebracht. Dan zouden bovendien de plaatselijke verschillen binnen één vorm van uienteelt worden genivelleerd.

Na deze inleidende beschouwing zal worden nagegaan of er tussen macro- en microklimatologische waarnemingen een zodanig verband bestaat, dat, eventueel met wijziging van het criterium voor het vaststellen van kritieke dagen, waarnemingen op 2,20 m hoogte kunnen worden gebruikt.

In 1955 en 1956 zijn daartoe op de cirkelvormige proefvelden te De Bilt, Alkmaar en Ouddorp behalve microklimatologische waarnemingen, ook waarnemingen op 2,20 m hoogte in een weerhut verricht.

De gegevens betreffende de relatieve luchtvochtigheid op 2,20 m hoogte zijn op gelijke wijze verwerkt als die op 0,10 m hoogte in het gewas.

Uit vergelijking van de waarnemingsreeksen op 0,10 m en 2,20 m blijkt, dat het verschil in relatieve luchtvochtigheid op deze hoogten bij hoge luchtvochtigheden ongeveer 5 % bedraagt, een waarde die reeds werd vastgesteld door Post & Richel (1951).

De door de hygrograaf geregistreerde gegevens zijn nu in de volgende 5 klassen ingedeeld nl. 30–60, 60–75, 75–80, 80–90 en 90 % of hoger.

In tabel 11 is het verloop van de relatieve vochtigheid op 2,20 m hoogte weergegeven op alle dagen die in tabel 9 zijn vermeld.

Tabel 11. Verloop van de relatieve luchtvochtigheid op 2,20 m hoogte op dagen, waarop in ieder geval infecties tot stand zijn gekomen.

Course of the relative humidity at 2.20 m on days on which infections have taken place with certainty.

Proefveld *Experimental field*	Datum *Date*	Duur in uren van de opeenvolgende perioden met een relatieve luchtvochtigheid van: *Duration in hours of the successive periods with a relative humidity of:*								
		>90	80–90	75–80	60–75	30–60	60–75	75–80	80–90	>90
De Bilt, 1955	29 juni	>18								
	14 juli	16	2	5	———	———	———	——>	3	>3
De Bilt, 1956	10 juni	11	8	———	———	———	———	———	——>	>7
	18 juni	17	1	3	6	———	——>	1	1	>3
	10 juli	19	4	———	———	———	———	———	——>	>3
Ouddorp, 1956	19 juni[1])	15,5	1	1,5	———	———	———	——>	>5	
	29 juni	11	5,5	2	2	———	——>	1,5	1	>7,5
	10 juli	12,5	6	1,5	———	———	———	——>	>9,5	
Alkmaar, 1956	26 juni	15	2	7,5						
	14 juli	15	1,5	4,5	———	———	———	——>	1,5	>7

[1]) De relatieve luchtvochtigheid was pas van 8.00 uur af >90%.
The relative humidity was only > 90% after 8 a.m.

Bij beschouwing van deze gegevens valt in de eerste plaats op, dat op 19 juni 1956 (Ouddorp) de relatieve luchtvochtigheid pas van 's morgens 8 uur af hoger

dan 90 % was. Bij handhaven van de voorwaarde, dat iedere gunstige weerssituatie tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens moet aanvangen, zou deze dag op basis van waarnemingen op 2,20 m niet kritiek kunnen worden geacht. Toch mag dit geen aanleiding zijn om deze voorwaarde te laten vervallen. De situatie op 19 juni komt zelden voor en behoeft bovendien niet te betekenen, dat niet vroeger in de morgen reeds vrij water op het loof aanwezig was. Het verdient wel aanbeveling dergelijke situaties, gesignaleerd op basis van waarnemingen op 2,20 m hoogte, toch als kritiek te beschouwen mits overigens aan de voorwaarden voor een kritieke dag wordt voldaan.

Uit tabel 11 blijkt nu, dat de op basis van waarnemingen op 0,10 m hoogte ontwikkelde hypothese met behoud van het te beoordelen aantal uren kan worden toegepast op de 2,20 m waarnemingen. De grenswaarde voor de 11-urige periode met een relatieve luchtvochtigheid van 95 % of hoger moet dan worden verlaagd tot 90 %. Bij toepassen van het criterium 11 uur $\geqslant$90 % + tenminste 6 uur $\geqslant$80 % worden 43 kritieke dagen waargenomen. Vergeleken met tabel 10 zijn dan 5 kritieke dagen niet gesignaleerd, terwijl anderzijds 4 dagen kritiek worden bevonden, die dat volgens de waarnemingen op 0,10 m hoogte niet waren. Op een aantal dagen wordt maar juist aan het gestelde criterium voldaan.

TABEL 12. Overzicht van kritieke dagen volgens waarnemingen op een hoogte van 2,20 m. Criterium: 11 uur rel. luchtv. $\geqslant$ 90 % + tenminste 6 uur $\geqslant$ 75 %.

Survey of critical days from observations at a height of 2.20 m. Criterium: 11 hours rel. humidity $\geqslant$ 90 % + at least 6 hours $\geqslant$ 75 %.

Proefveld *Experimental field*	Data *Dates*	Proefveld *Experimental field*	Data *Dates*
De Bilt, 1955	8 juni	De Bilt, 1956	10 juni
	9		11
	13		12
	29		17
	30		18
	8 juli		2 juli
	13		5
	14		10
			13
Ouddorp, 1956	10 juni	Alkmaar, 1956	4 juni
	11		10
	12		11
	17		12
	18		17
	19		18
	29		19
	30		26
	2 juli		30
	3		2 juli
	4		3
	5		5
	8		7
	10		10
	13		13
	14		14
	15		

Daarom is onderzocht of door verlaging van de grenswaarde van 80 % tot 75 % met behoud van het aantal uren, een minder dubieuze beoordeling mogelijk is.

Uit tabel 12 blijkt, dat dan 50 kritieke dagen worden waargenomen. Slechts 1 dag die volgens de waarnemingen op 0,10 m kritiek was, wordt op 2,20 m hoogte niet gesignaleerd nl. 4 juli 1956 te De Bilt. Wel worden 7 kritieke dagen gevonden, die op 0,10 m hoogte niet als zodanig konden worden beschouwd.

Deze conclusies zijn uiteraard gebaseerd op de resultaten van 4 proefvelden gedurende 2 jaren van proefnemingen te velde. Het criterium, volgens welk kritieke dagen op basis van waarnemingen op 2,20 m kunnen worden gesignaleerd, is in eerste instantie voldoende betrouwbaar om er voorlopig gebruik van te maken. Het gestelde criterium (11 uur $\geqslant$90 % + tenminste 6 uur $\geqslant$75 %) moet als hypothese worden gezien en het zal nodig zijn deze gedurende vele jaren op betrouwbaarheid te blijven toetsen.

Intussen zijn in 1957 en 1958 op het proefterrein van het K.N.M.I. te De Bilt proeven uitgevoerd, die het mogelijk maakten, het gestelde criterium te toetsen.

In 1957 werden waarnemingen over de aantasting door valse meeldauw verricht van 16 mei af tot 13 augustus. Op 5 augustus werd voor het eerst aantasting waargenomen. Na deze datum nam de ziekte in ernst toe. Op 13 augustus werden de waarnemingen door afsterven van het gewas beëindigd. In de genoemde periode werden 8 kritieke dagen gesignaleerd nl. 23 en 24 mei, 11 juni en 18, 21, 25, 26 en 29 juli. Infecties op 25 en 26 juli hebben geleid tot het optreden van symptomen in de periode van 5 tot 13 augustus. Het uitblijven van infecties op 23 en 24 mei moet worden gezocht in het feit, dat het op 16 mei ingeplante infectiemateriaal snel afstierf. Op 6 juni werd dan ook nieuw infectiemateriaal geplant. Op 6 kritieke dagen hebben met zekerheid geen infecties plaats gevonden.

In 1958 liepen de waarnemingen van 23 mei tot en met 14 juli. In dit tijdvak werden 4 perioden waargenomen, waarin de ziekte zich uitbreidde nl. van 9 t/m 12 juni, van 17 t/m 21 juni, van 3 t/m 7 juli en van 9 t/m tenminste 14 juli. In het genoemde tijdvak werden 6 kritieke dagen gesignaleerd nl. 26 en 31 mei, en 20, 21, 22 en 29 juni. Het optreden van symptomen in de periode van 9 t/m 12 juni kan in verband worden gebracht met de kritieke dag 31 mei, die in de periode van 3 t/m 7 juli met één of meer van de kritieke dagen 20 t/m 22 juni en die in de periode van 9 juli af met de kritieke dag 29 juni. De aantasting in de periode van 17 t/m 21 juni is dus niet te herleiden tot één van de gesignaleerde kritieke dagen. Vermoedelijk zijn infecties op 8 juni tot stand gekomen, maar volgens het gestelde criterium was deze dag niet kritiek. Wel werd voldaan aan het eerste gedeelte van het criterium, maar daarna was de relatieve luchtvochtigheid slechts gedurende 5 uur boven 75 % en werd zij na een onderbreking gedurende 9 uur pas weer hoger dan 90 %.

In 1958 werd te Ouddorp een proefveld aangelegd, dat veel gelijkenis vertoont met het cirkelvormig proefveld, maar eenvoudiger van opzet is. Dagelijkse waarnemingen over de aantasting in 4 sectoren, gebaseerd op de hoofdwindrichtingen, en waarnemingen betreffende de relatieve luchtvochtigheid op 2,20 m hoogte maakten het mogelijk de hypothese te toetsen. Waarnemingen werden verricht in de periode van 12 mei tot 9 augustus. In dit tijdvak werden 2 perioden waargenomen, waarin aantasting optrad, nl. van 3 t/m 14 juni en van 17 t/m 29 juli. Er werd een groot aantal kritieke dagen op basis van 2,20 m waarnemingen gesignaleerd, nl. 18 en 19 mei, 4, 20, 21, 27, 29 en 30 juni en 2, 4, 16, 26 en 28 juli. Men zou een zeer ernstige aantasting verwachten, maar dit is niet het geval ge-

weest. Waarnemingen over de mate van sporenvorming in de vroege morgen duiden op een zwakke sporulatie gedurende het grootste deel van genoemd tijdvak. Slechts een enkele maal werden zeer veel sporen waargenomen.

De perioden van uitbreiding van de ziekte kunnen nu in verband worden gebracht met de kritieke dagen 19 mei (infectiebron licht bezet met sporen) resp. 2 juli (zeer veel sporen). De overheersende windrichting in de vroege morgen van deze kritieke dagen (op 19 mei W-ZW en op 4 juli NW) stemt volledig overeen met de ligging van de sector waarin de meeste aantasting optrad (in de 1e periode de NO-sector, in de 2e periode de ZO-sector). De minimale incubatietijd is in beide gevallen vrij lang. Op niet minder dan 11 kritieke dagen zijn geen infecties opgetreden. Het heeft weinig nut hierover nadere verklaringen te geven omdat de beschikbare gegevens daarvoor niet toereikend zijn.

2.4. Bespreking

Het doel van het veldonderzoek is geweest na te gaan of er een duidelijk verband bestaat tussen klimatologische waarnemingen en het optreden van valse meeldauw. Dit verband is in de eerste plaats nader bestudeerd aan microklimatologische waarnemingen op 0,10 m hoogte in het gewas. Hierbij is getracht een criterium op te stellen voor het signaleren van een kritieke weerssituatie, aangeduid met kritieke dag.

Uit de in het laboratorium verkregen gegevens konden reeds enkele voorwaarden worden gesteld, waaraan een kritieke dag in ieder geval moet voldoen. Verder bleek, dat van de besproken weersfactoren uit praktisch oogpunt alleen de relatieve luchtvochtigheid in het criterium ter sprake behoeft te komen.

Uit de beschikbare gegevens op 0,10 m is nu afgeleid, dat een weerssituatie kritiek kan worden geacht als de relatieve luchtvochtigheid gedurende 11 uur gelijk aan of hoger dan 95 % is, gevolgd door 6 uur gelijk aan of hoger dan 80 %. Deze gunstige situatie voor het optreden van valse meeldauw dient steeds aan te vangen tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens.

Bij toepassen van dit criterium konden 16 van de 17 perioden van uitbreiding, die bij dit onderzoek waren betrokken, verklaard worden door het voorafgaand optreden van één of meer kritieke dagen.

In paragraaf 2.3 is nagegaan of er een verband bestaat tussen waarnemingen op 0,10 m en 2,20 m hoogte. Het bleek, dat er een hoge mate van correlatie bestaat tussen het aantal kritieke dagen op 0,10 m en 2,20 m. Daarbij kan het op basis van 0,10 m hoogte ontwikkelde criterium met behoud van het te beoordelen aantal uren worden toegepast op 2,20 m waarnemingen. De grenswaarden voor de relatieve luchtvochtigheid moeten evenwel worden verlaagd van 95 tot 90 % en van 80 tot 75 %. Slechts 1 dag die volgens waarnemingen op 0,10 m kritiek was, werd op 2,20 m hoogte niet gesignaleerd. Anderzijds werden 7 kritieke dagen gevonden, die op 0,10 m hoogte niet als zodanig konden worden beschouwd. Hieruit komt de vraag voort of het gebruik van waarnemingen op 2,20 m hoogte niet het gevaar inhoudt, dat vaker moet worden gespoten dan noodzakelijk is. Het gesignaleerde gevaar lijkt niet groot omdat de te veel waargenomen kritieke dagen meestal deel uitmaken van een kritieke periode, waarin toch maar één bespuiting zal worden uitgevoerd.

Belangrijker is de vraag hoe kan worden verklaard, dat bij het gebruik van het hier gestelde criterium 50 % van de kritieke dagen niet effectief is. De redenen, die hiervoor zijn aan te voeren, zijn van tweeërlei aard. Enerzijds is de blad-

natperiode, die noodzakelijk is, door het ontbreken van geschikte apparatuur niet direct gemeten maar afgeleid uit waarnemingen over de relatieve luchtvochtigheid. Anderzijds zijn geen dagelijkse waarnemingen verricht over de mate van sporuleren.

Was dit laatste wel het geval geweest, dan zou waarschijnlijk het uitblijven van infectie op een belangrijk aantal niet effectieve kritieke dagen kunnen worden verklaard. Het sporuleren wordt nl. niet alleen direct beïnvloed door weersfactoren maar ook via de waardplant.

Het criterium, dat is afgeleid uit de resultaten van laboratoriumonderzoek en 4 veldproeven moet uiteraard als hypothese worden beschouwd. Het is verantwoord dit criterium voorlopig te blijven gebruiken. Het is evenwel noodzakelijk het gedurende een reeks van jaren nader te toetsen op betrouwbaarheid, bij voorkeur op een wijze zoals in Ouddorp in 1958 is geschied. Hierbij zou het gewenst zijn de tot nu toe verrichte waarnemingen uit te breiden met meer nauwkeurige metingen over de bladnatperiode en dagelijkse waarnemingen over de mate van sporuleren.

HOOFDSTUK III

DE BESTRIJDING VAN VALSE MEELDAUW

In aansluiting op de hoofdstukken I en II zullen in dit hoofdstuk de mogelijkheden van bestrijding van valse meeldauw worden nagegaan.

Een aantal bestrijdingsmethoden kunnen worden samengevoegd tot cultuur- en sanitaire maatregelen. Deze worden in paragraaf 1 besproken.

In hoofdstuk I is aandacht besteed aan de overwintering van *Peronospora destructor* als mycelium in de bol. Het is begrijpelijk, dat men heeft getracht het in de bol aanwezige mycelium door middel van warmtebehandeling te doden. Deze wijze van bestrijden wordt in paragraaf 2 besproken.

Tenslotte wordt in paragraaf 3 de chemische bestrijding behandeld.

1. CULTUUR- EN SANITAIRE MAATREGELEN

Bij bestuderen van de literatuur blijken er verschillende cultuur- en sanitaire maatregelen mogelijk, die alle bijdragen tot de bestrijding van valse meeldauw. De aard van de maatregelen hangt in de eerste plaats af van de teeltwijze. In het volgende zal worden nagegaan welke de bedoelde maatregelen zijn en welke in Nederland van betekenis zijn.

BUTLER & JONES (1955) wijzen er op, dat in die gebieden waar uien zowel in het voorjaar als in het najaar gezaaid worden, de schimmel zich gedurende de winter in stand kan houden op het wintergewas en het zomergewas vroeg kan infecteren. Het is daarom gewenst deze beide teelten op zo groot mogelijke afstand van elkaar te bedrijven. In Nederland komt de najaarszaai van uien vrijwel niet voor en heeft deze cultuurmaatregel dus geen praktische betekenis.

Door verschillende auteurs wordt gewezen op de noodzakelijkheid van een ruime vruchtwisseling. Het nut van het toepassen van een ruime vruchtwisseling teneinde een aantasting door valse meeldauw te voorkomen, is evenwel twijfelachtig, aangezien oösporen van *Peronospora* gedurende vele jaren in de grond hun kiemkracht behouden (MCKAY, 1957). Bovendien is gebleken, dat in Nederland de systemisch zieke planten in het zaadgewas en het plantuiengewas verreweg de belangrijkste infectiebron zijn in het voorjaar. Er zijn aanwijzingen, dat in enkele gevallen infectie van zaai-uien door oösporen in de grond kan plaatsvinden. Deze gevallen zijn echter sporadisch en het heeft weinig zin hierop een bestrijdingsmethode te baseren. In Nederland wordt overigens om andere redenen bij de uienteelt reeds een ruime vruchtwisseling toegepast.

De grote betekenis van de systemisch zieke planten maakt, dat de bestrijdingsmaatregelen in de eerste plaats op deze planten moeten worden gericht. Het zou mogelijk zijn deze infectiebron belangrijk in betekenis te doen afnemen of zelfs geheel uit te schakelen door de tweejarige teelten in het tweede teeltjaar gescheiden te houden van de éénjarige en eerstejaarsteelten. Dit betekent, dat de zaadteelt en de plantuienteelt op grote afstand van de overige teeltvormen zou moeten plaatsvinden. Dit zou niet alleen een belangrijke bijdrage tot de bestrijding van valse meeldauw zijn, maar ook zou het virusprobleem bij uien hiermee kunnen

worden opgelost. Toch blijkt tot nu toe deze cultuurmaatregel praktisch onuitvoerbaar.

Er is evenwel met behoud van de huidige situatie een andere bestrijdingsmaatregel mogelijk, namelijk het tijdig uittrekken en vernietigen van de systemisch zieke planten. Butler & Jones (1955) vermelden deze methode evenals Newhall & Rawlins (1952). De systemisch zieke planten onderscheiden zich zeer duidelijk van de gezonde planten en komen in een gering aantal voor.

In het plantuiengewas zijn desondanks, als gevolg van de dichte stand van het gewas, deze zieke planten moeilijk te vinden en het verwijderen ervan is dan ook praktisch niet uitvoerbaar. In het zaadgewas zijn de systemisch zieke planten door hun afwijkende stand en kleur gemakkelijk te herkennen en door het ruime plantverband goed te vinden. Het is dus mogelijk om direct na het zichtbaar worden van de symptomen deze planten uit te trekken en te vernietigen. Van eind april af kan het eerste optreden van systemisch zieke planten worden verwacht. Aangezien gedurende enige weken steeds nieuwe zieke planten kunnen optreden, moet men de controle hierop enige malen herhalen, totdat er geen meer worden waargenomen.

Hoewel de opbouw van de schimmelpopulatie door deze sanitaire maatregel in belangrijke mate wordt vertraagd, is deze bestrijdingsmethode niet afdoende,

1. omdat het vrijwel uitgesloten is, dat alle systemisch zieke planten verwijderd zijn voordat sporenvorming en verspreiding van de sporen heeft plaatsgevonden;
2. omdat niet verwacht kan worden, dat alle telers van uiezaad deze bestrijdingsmaatregel uitvoeren;
3. omdat gebleken is, dat het overwinteren van het mycelium in de bol in Nederland wel de belangrijkste maar niet de enige bron van infectie is (hoofdstuk I).

Er moet dus altijd rekening mee worden gehouden, dat in de loop van het seizoen infecties optreden. Een aantal cultuurmaatregelen kan er toe bijdragen de infectiekansen van de gewassen te verminderen.

1. Het vermijden van te loofrijke gewassen.

In de praktijk komt het ieder jaar voor, dat telers de ontwikkeling van het gewas trachten te stimuleren door middel van een ruime stikstofbemesting. Het overmatig toedienen van stikstof bevordert de loofdichtheid van het gewas en tevens de infectiekansen voor *Peronospora destructor*. Van Beekom (1952) heeft in veldproeven aangetoond, dat in Nederland een stikstofbemesting van 80–100 kg zuivere stikstof per ha, na aardappelen en suikerbieten als voorvrucht, voor zaai-uien voldoende is.

2. Geen uiezaad telen naast of in de directe omgeving van zaai-uien.

Hiervoor is al vermeld, dat een ideale toestand bij de uienteelt zou ontstaan, indien de zaadteelt en de plantuienteelt enerzijds en de overige teelten anderzijds in gescheiden gebieden zouden plaatsvinden. Tot nu toe zijn echter alle teeltvormen in dezelfde gebieden geconcentreerd, maar ook in deze situatie is het mogelijk, in ieder geval geen uiezaad te telen naast of in de directe omgeving van zaai-uien. Vóór 1952 kwam dit vaak voor. De besmettingskansen voor het zaai-uiengewas worden hierdoor in belangrijke mate vergroot, niet alleen met betrekking tot valse meeldauwaantasting maar ook tot virusaantasting. Door

doelmatige voorlichting van de S.N.Ui.F. wordt deze cultuurmaatregel algemeen toegepast.

3. Geen uien telen naast een hoog opgroeiend gewas en op laag gelegen percelen.

In beide gevallen zullen, eerder dan op andere percelen, de klimatologische omstandigheden gunstig worden voor infectie.

Op grootbedrijven zullen de cultuurmaatregelen die genoemd zijn onder 2 en 3 ten alle tijde kunnen worden uitgevoerd. Op kleinbedrijven zijn de voorgestelde maatregelen niet altijd te verwezenlijken en zeker niet wanneer de kavels verspreid liggen.

2. WARMTEBEHANDELING

Verschillende onderzoekers hebben getracht door warmtebehandeling het in de bol overblijvende mycelium van *Peronospora* te doden. Men kan hierbij denken aan een warmelucht- of een warmwaterbehandeling.

MURPHY & MCKAY (1926) vermelden uitstekende resultaten na warmtebehandeling van de voor zaadteelt bestemde bollen in de winter en voorjaar gedurende 8 uur met lucht van 40 °C. In een latere publikatie van dezelfde auteurs (1932) wordt deze behandeling onvoldoende geacht. Een betere doding van het mycelium in de bol werd door hen verkregen door een warmeluchtbehandeling van 8 uur bij 45 °C of 24 uur bij 40 °C. De bollen ondervonden van deze behandeling geen nadelige gevolgen. In eigen proeven kon geen indruk verkregen worden over het effect van een warmelucht- of een warmwaterbehandeling op het mycelium in bollen die voor zaadteelt bestemd zijn. De percentages systemisch zieke planten van niet behandelde uien waren zo klein, dat de resultaten niet betrouwbaar waren.

Bij de teelt van sjalotten is door BRUINSMA (1957) wel ervaring opgedaan over de invloed van een warmwaterbehandeling op het mycelium in de bol. Het is bij de sjalottenteelt gebruikelijk om plantsjalotten reeds in het begin van de bewaarperiode een warmtebehandeling gedurende 2 uur bij 43,5 °C te geven. De sjalotten lijden hiervan niet. Aanvankelijk is deze behandeling toegepast om de aaltjes te doden (BRUINSMA & SEINHORST, 1954). Terzelfdertijd is gebleken, dat het optreden van zieke planten uit met *Peronospora* overwinterde bollen door deze behandeling tevens vrijwel geheel wordt tegengegaan. In 1953 kwamen bij verschillende telers die slechts een gedeelte van hun plantsjalotten behandeld hadden, in het niet behandelde gedeelte na uitplanten gemiddeld 2–10 % systemisch zieke planten voor. Bij de behandelde sjalotten van dezelfde partijen kwamen hoogstens 2–3 planten per ha voor, d.i. $\pm$ 0,00001 %.

3. CHEMISCHE BESTRIJDING

In de literatuur wordt vóór 1947 alleen melding gemaakt van bespuitingsproeven met koperhoudende middelen en zwavelpreparaten. Hoewel bij de verschillende auteurs de resultaten enigszins uiteenlopen, zijn allen het er over eens, dat met deze middelen geen afdoende bestrijding kan worden bereikt. Ook in Nederland zijn deze middelen niet bruikbaar gebleken, hoewel er in de praktijk soms toch wel waarde aan werd gehecht (DROST, 1946).

Omstreeks 1947 werden door NELSON (1951) met succes proeven genomen met een preparaat op basis van aethyleenbisdithiocarbamaat en wel de zinkverbinding ervan (zineb). NEWHALL & RAWLINS (1952) vermelden eveneens zeer goede resultaten bij gebruik van zineb. In Nederland werden de eerste proeven met middelen op basis van zineb door VAN DER VLIET (1950, 1951) genomen bij sjalotten. Hij verkreeg een afdoende bestrijding van valse meeldauw.

Bij de aanvang van het eigen onderzoek over de bestrijding van valse meeldauw in uien in 1952, waren door de S.N.Ui.F. reeds oriënterende proeven met zineb uitgevoerd op zaai-uien. De resultaten van deze proeven waren gunstiger dan ooit tevoren met andere middelen waren bereikt. Van het begin af werd dan ook aan deze preparaten de meeste aandacht besteed en de wijze van toepassing ervan nader uitgewerkt (paragrafen 3.2 en 3.3).

Daarnaast werd vrijwel ieder jaar een middelenproef uitgevoerd. Tot nu toe werden middelen beproefd op basis van ziram, ferbam, thiram, dinitrorhodaanbenzeen, captan, koperoxychloride, zineb en maneb. Alleen zineb en maneb bleken met succes tegen valse meeldauw te kunnen worden aangewend. Dit succes komt tot uiting in een vermindering van het aantal infecties en een vermeerdering van de opbrengst. Het is gebleken, dat men bij de beoordeling van de opbrengstvermeerdering een onderscheid dient te maken tussen de fungicide werking van het middel en een directe werking ervan op de plant. Er werden immers ook hogere opbrengsten verkregen wanneer geen of weinig valse meeldauw in de proefvelden optrad. Dit is een gevolg van het feit, dat herhaalde zineb- en maneb-behandelingen de afrijpingsperiode van het gewas verlengen. Hieraan zal in paragraaf 3.4 een nadere beschouwing worden gewijd.

Onder afrijpingsperiode wordt hier verstaan de tijd die verloopt tussen het „strijken" van het gewas en het „optrekken" van de uien. Het „strijken" van de uien wordt gekenmerkt door het neerbuigen van het loof tegen de grond waarmee het afrijpingsproces een aanvang neemt. Het „optrekken" van de uien geschiedt in Nederland in een stadium waarin, over het gehele perceel gezien, het loof voor $\frac{2}{3}$ dood en $\frac{1}{3}$ groen is.

3.1. Methodiek

Bijna alle veldproeven werden in de vorm van een Latijns vierkant aangelegd. Later werden ook blokkenproeven uitgevoerd.

Bij zaai-uien liep de veldjesgrootte uiteen van 20–25 m². Deze grootte bleek zeer geschikt voor het uitvoeren van de bespuitingen. Bovendien wordt van deze oppervlakte een zodanige opbrengst verkregen, dat een voldoende groot bewaarmonster kan worden genomen. Het is namelijk in sommige gevallen noodzakelijk om het effect van een behandeling van zaai-uien ook nog gedurende de bewaarperiode te beoordelen.

De waarnemingen over de aantasting door valse meeldauw werden als volgt verricht.

1. In ieder veldje werden bij de aanvang van de proef 100 planten gemerkt. Iedere week werden aan dezelfde planten tellingen verricht, waarbij per veldje het aantal planten waarop sporen van *Peronospora* voorkwamen, werd genoteerd. Op deze wijze is een indruk te verkrijgen van het verloop van de aantasting gedurende het seizoen, omdat men steeds de nieuw opgetreden symptomen waarneemt. Er werd hierbij geen aandacht geschonken aan de mate waarin de

planten waren aangetast. Het zou nauwkeuriger zijn het aantal aangetaste bladeren of zelfs het aantal vlekken per plant te noteren. Deze methode vraagt echter zoveel tijd, dat dit praktisch onuitvoerbaar is.

2. Aan het eind van het seizoen werd voor ieder veldje een cijfer voor de mate van afsterving van het gewas gegeven, variërend van 1 tot 10. Het hoogste cijfer werd gegeven voor het veldje waarop het gewas het verst was afgestorven.
3. Bij de oogst van uien werd per veldje de opbrengst in kg bepaald.

Bij proeven in het zaadgewas liep de veldjesgrootte uiteen van 40 tot 50 m^2. Dit is een veldjesgrootte waarbij een hoeveelheid zaad van enige betekenis kan worden geoogst. Aantastingscijfers werden bepaald aan 500 bij de aanvang van de proef gemerkte zaadstengels per veldje. Ook hier werd geen onderscheid gemaakt in de mate waarin de zaadstengels waren aangetast. Een zaadstengel werd evenwel, in tegenstelling tot het criterium bij loofinfecties, als aangetast meegeteld zolang er lichte vlekken op voorkwamen, waarbij niet op eventueel aanwezige sporen werd gelet. Dit laatste geschiedde wel bij zaai-uien, omdat het verschijnen van nieuwe vlekken vrijwel steeds spoedig gevolgd wordt door sporenvorming. Op zaadstengels is dit lang niet altijd het geval, omdat de gunstige omstandigheden voor sporenvorming op de wasrijke zaadstengels minder snel worden bereikt dan op het loof. Zodra echter saprophytische schimmels op de gele vlekken optraden, werd de zaadstengel niet meer meegeteld.

Hiervoor is vermeld, welke waarnemingen bij de bestrijdingsproeven in zaaiuien en in het zaadgewas werden verricht. Bij gebruik van zineb en maneb op uien dient men onderscheid te maken tussen de fungicide werking van deze middelen en een directe werking ervan op de plant. Beide effecten uiten zich in een opbrengstverhoging. De aantastingscijfers zijn direct afhankelijk van de fungicide werking. De afrijpingscijfers en de opbrengsten zijn echter de som van het effect van het middel op de schimmel en de directe invloed op de plant. Voor de beoordeling van het bestrijdingseffect van genoemde middelen zou het toch van belang zijn de opbrengstgegevens en de cijfers voor afsterving van het gewas te kunnen gebruiken. Daartoe is getracht door onderlinge vergelijking van de gegevens van alle veldproeven die in de loop der jaren zijn uitgevoerd, een antwoord te verkrijgen op de vraag, welk deel van de opbrengstverhoging het gevolg is van de fungicide werking en welk deel toegeschreven moet worden aan de directe werking op de plant. Dit is niet mogelijk gebleken. Immers, bij optreden van valse meeldauw zijn in één proefveld beide factoren niet te scheiden. Uit oude praktijkervaring van vóór het gebruik van zineb is evenwel bekend, dat een aantasting van het gewas op een moment dat de bol nog geen behoorlijke ontwikkeling heeft, een belangrijke reductie van de opbrengst tot gevolg kan hebben. Deze reductie kan variëren van 10 % bij een matige aantasting tot 30 % bij een zeer ernstige aantasting. Het is duidelijk, dat in het laatste geval de gevonden opbrengstverhoging na bespuiting van het gewas voor het grootste deel moet worden toegeschreven aan de fungicide werking van het middel. Als het gewas bij optreden van valse meeldauw al een zodanige ontwikkeling heeft, dat de halzen van de bollen zich goed kunnen sluiten, dan zal de reductie van de opbrengst veelal minder groot zijn. In sommige gevallen wordt na bespuiting met zineb of maneb dan toch een opbrengstverhoging gevonden. Deze is voornamelijk het gevolg van de directe werking van het middel op de plant. Treedt geen valse meeldauw op, dan is de gevonden opbrengstverhoging uitsluitend het ge-

volg van de invloed van het middel op het gewas. Deze invloed blijkt nu van perceel tot perceel en van jaar tot jaar zeer variabel te zijn. Zij is namelijk afhankelijk van een groot aantal andere factoren. Het in één proef te berekenen verband tussen behandeling met zineb of maneb en opbrengst kan daarom niet in rekening worden gebracht bij de resultaten van een willekeurig ander proefveld.

Bij de beoordeling van de fungicide werking van zineb en maneb is nu alleen gebruik gemaakt van de aantastingscijfers. De directe invloed van deze middelen op het gewas is bepaald uit de resultaten van die proeven waarin geen valse meeldauw optrad. Om redenen die in paragraaf 3.4 worden vermeld, wordt voor de bestrijding van valse meeldauw bij uien alleen zineb gebruikt.

3.2. Bestrijding volgens vast tijdschema

In 1953 werd te Heinkenszand een proef uitgevoerd met het doel het effect van behandeling met zineb op aantasting door valse meeldauw na te gaan. Het proefveld werd aangelegd in de vorm van een Latijns vierkant 5 × 5. De wijze van toedienen, de concentratie en de frequentie van behandeling werden gevariëerd.

In tabel 13 zijn de resultaten van deze proef vermeld.

Het valt op, dat ook in de behandelde veldjes nog enige aantasting voorkwam. Dit is het gevolg van het feit, dat bij de aanvang van de bespuitingen op 30 juni reeds in alle veldjes een begin van valse meeldauw aanwezig was. Bij de statistische analyse van de aantastingscijfers zijn de verschillen „duidelijk" (significant) genoemd wanneer $P < 0{,}05$ en „zeer duidelijk" (zeer significant) wanneer $P < 0{,}01$ is. De resultaten van de analyse van de cijfers op 29 juli en de totaalcijfers waren identiek.

De aantasting door valse meeldauw was op de niet behandelde veldjes zeer duidelijk groter dan op de behandelde veldjes. Het verschil in aantasting tussen de met 2 kg en 4 kg zineb behandelde veldjes was bijna significant. In latere proeven bleek een hoeveelheid van 3 kg per ha voldoende voor een effectieve bestrijding van valse meeldauw die ook economisch verantwoord is.

Uit de gegevens in tabel 13 blijkt verder, dat er geen significant verschil bestaat tussen de resultaten die met spuiten en vernevelen van het middel zijn bereikt. Het is duidelijk, dat in dit geval uit praktisch oogpunt de voorkeur moet worden gegeven aan het vernevelen van het middel.

Tenslotte was de aantasting van de wekelijks behandelde veldjes zeer duidelijk lager dan van de om de twee weken behandelde veldjes. Na hetgeen in hoofdstuk II is besproken, zal het echter duidelijk zijn, dat op grond van deze proef, ten aanzien van de factor tijdstip van behandeling geen conclusie mag worden getrokken. De frequentie van de behandeling hangt bij een vast tijdschema af van de werkzaamheidsduur van het middel en moet daarop worden afgestemd. Anders neemt men het risico, dat geen voldoende bestrijding wordt verkregen wanneer een kritieke weerssituatie optreedt als het middel op het gewas ontbreekt of niet meer werkzaam is. Uit gedurende een aantal jaren voortgezette proeven is gebleken, dat een behandeling van het gewas om de twee weken niet altijd afdoende is, maar dat een behandeling 1 × per 7 tot 10 dagen altijd voldoende resultaten oplevert. Bij deze uitspraak moet een uitzondering worden gemaakt voor de zeer gevoelige buitenlandse rassen. Bij deze rassen is zelfs een wekelijkse behandeling van het gewas met zineb niet altijd voldoende om de aantasting door valse meeldauw binnen het aanvaardbare te houden.

TABEL 13. Bestrijdingsproef met zineb in zaai-uien, Heinkenszand, 1953.
Experiment with zineb to control downy mildew in sowing-onions, Heinkenszand, 1953.

Object	Behandeling *Treatment*	Aantal bespuitingen per 2 weken *Number of sprayings per two weeks*	Aantal aangetaste planten met sporen per 500 *Number of diseased plants per 500 giving spores*	
			op 29 juli *on 29 July*	totaal *total*
A1	onbehandeld *untreated*	0	133	348
A2	idem	0	140	324
B1	0,2% spuiten[1]) *spraying*[1])	1	103	251
B2	idem	2	20	58
C1	0,4% spuiten *spraying*	1	46	141
C2	idem	2	10	42
D1	2 kg/ha vernevelen[1]) *low-volume spraying*[1])	1	70	201
D2	idem	2	29	79
E1	4 kg/ha vernevelen *low-volume spraying*	1	34	120
E2	idem	2	9	54

[1]) spuiten vond plaats naar rede van 1000 l water per ha, vernevelen naar rede van 150 l per ha. In alle gevallen werd Grasselli (uitvloeier-hechter) in een concentratie van 1 4000 toegevoegd.
spraying was carried out in a volume of 1000 l of water per hectare (ha), low-volume spraying in 150 l per ha. In all cases Grasselli (spreader-sticker) was added in a concentration of 1 4000.

Wat betreft de hoeveelheid te vernevelen vloeistof werd vastgesteld, dat deze kan variëren van 150–200 l water per ha, afhankelijk van de loofontwikkeling van het gewas. Het is van belang enige aandacht te besteden aan de vraag of uitvloeier en/of hechter moet worden toegevoegd aan het middel. Bij de eerste proeven over de bestrijding van valse meeldauw werd een Amerikaans zinebpreparaat gebruikt waaraan geen uitvloeier of hechter was toegevoegd. Uit de proefresultaten bleek, dat het gewenst was aan dit middel een uitvloeier toe te voegen waardoor op het wasrijke uieloof een betere uitvloeiing werd verkregen. In de later ontwikkelde Nederlandse zinebprodukten is bij de fabricage in vele gevallen in enige mate uitvloeier toegevoegd zodat op het ogenblik daaraan geen speciale aandacht meer behoeft te worden besteed. Aangezien een teveel aan uitvloeier nadelig kan zijn voor de bedekking van het gewas, wordt het al of niet toevoegen ervan aan de spuitvloeistof bepaald door de vermelding op de gebruiksaanwijzing.

Anders is het gesteld met het gebruik van hechtmiddelen. Door het toevoegen van hechters wordt de regenbestendigheid van het middel verhoogd. Aangezien bij de vegetatieve teeltvormen steeds goede resultaten bereikt zijn met het

gebruik van fabrieksprodukten als zodanig, dus zonder toevoegen van hechter, wordt voor behandeling van deze gewassen het gebruik van hechter niet aanbevolen omdat de afrijping van het gewas onnodig zou kunnen worden vertraagd (zie paragraaf 3.4).

Bij het zaadgewas is een voldoende bedekking van de zeer wasrijke rechtstandige zaadstengels wel een probleem. Bij de tot nu toe uitgevoerde bestrijdingsproeven in het zaadgewas konden ten aanzien van het bestrijdingseffect van zineb geen duidelijke resultaten worden verkregen door het uitblijven van een aantasting door valse meeldauw van enige betekenis. In 1957 is echter bij toeval gebleken, dat ook in een zaadgewas een uitstekende bestrijding van valse meeldauw te bereiken is door een wekelijkse behandeling met zineb naar rede van 3 kg per ha. In deze proef werd uitvloeier-hechter Grasselli in een concentratie van 1/4000 aan de spuitvloeistof toegevoegd. Op grond van hetgeen hiervoor is besproken, wordt dit thans niet meer nodig geacht. Uit de proeven kwam wel vast te staan, dat bij de genoemde hoeveelheid middel alleen een voldoende bedekking van de zaadstengels te verkrijgen is, wanneer tenminste 200 l water per ha wordt verneveld. Aangezien een eventuele verlenging van de afrijpingsperiode van het zaadgewas geen probleem is, kan bovendien het gebruik van hechter bij bestrijding van valse meeldauw voor de zaadteelt worden aanbevolen.

3.3. Bestrijding, aangepast aan het optreden van kritieke weerssituaties

Het aantal bespuitingen, uitgevoerd volgens een vast tijdschema, bedraagt voor zaai-uien 5 tot 7 en voor het zaadgewas 10 tot 12. Daarbij wordt dus geen rekening gehouden met kritieke weerssituaties voor het optreden van valse meeldauw. In hoofdstuk II is aangetoond, dat er een duidelijk verband bestaat tussen de weersgesteldheid en het optreden van valse meeldauw. Indien het mogelijk zou zijn tijdens of vlak na het optreden van kritieke dagen met succes bespuitingen uit te voeren, zou het aantal behandelingen kunnen worden aangepast aan het voorkomen van kritieke weerssituaties. Het is mogelijk deze kritieke dagen te signaleren. Zij kunnen echter niet worden voorspeld. Dit betekent, dat wanneer het optreden ervan wordt gemeld, de gunstige omstandigheden voor infectie nog aanwezig of reeds opgetreden zijn en de teler in de meeste gevallen zeker niet eerder dan 20 uur, maar meestal pas ongeveer 40 uur na de aanvang van de kritieke weersomstandigheden een bespuiting kan uitvoeren. De vraag is nu of een behandeling met zineb, dat bekend staat als een preventief werkend middel, dan nog een voldoend bestrijdingseffect oplevert. Om dit nader te bestuderen zijn proeven genomen waarbij o.a. 24 uur nadat sporen onder gunstige omstandigheden op het blad gebracht waren, de planten met zineb werden behandeld.

In tabel 14 zijn de resultaten van 3 proeven vermeld. In proef A werden van 3 zaaipannen met zaai-uien, 1 zaaipan 2 uur vóór en 1 zaaipan 24 uur na inoculatie met zineb behandeld. De derde zaaipan werd niet behandeld. In proef B werd dezelfde proefopzet gebruikt met dien verstande, dat de preventieve bespuiting 24 uur vóór inoculatie werd uitgevoerd. Proef C werd uitgevoerd met plantuien en bestond uit 4 objecten nl. onbehandeld, een preventieve bespuiting 24 uur vóór inoculatie, een bespuiting 24 uur na inoculatie en een bespuiting 48 uur na inoculatie. Ieder object betrof 3 planten.

Uit de resultaten blijkt, dat zineb bij preventieve behandeling een vrijwel volledige bestrijding geeft. Een behandeling, 24 uur na inoculatie, resulteerde bij

TABEL 14. Aantal aangetaste bladeren bij bespuiting van het loof met zineb op verschillende tijdstippen vóór of na inoculatie.

Number of diseased leaves after treatment with zineb at different times before or after inoculation.

Proef *Experiment*	Tijdstip van bespuiting *Time of treatment*	Aantal zieke bladeren *Number of diseased leaves*	Aantal gezonde bladeren *Number of healthy leaves*	Percentage zieke bladeren *Percentage of diseased leaves*
A	2 uur vóór *2 hours before*	1	167	0,5
	onbehandeld *untreated*	61	111	35,5
	24 uur na *24 hours after*	41	201	17
B	24 uur vóór *24 hours before*	0	200	0
	onbehandeld *untreated*	30	170	15
	24 uur na *24 hours after*	27	173	13,5
C	24 uur vóór *24 hours before*	0	12	0
	onbehandeld *untreated*	6	9	40
	24 uur na *24 hours after*	3	8	27,5
	48 uur na *48 hours after*	9	10	47,5

2 van de 3 proeven in een reductie van het aantal aangetaste bladeren met 50 %. Er is dus bij deze wijze van behandeling van de uien een bestrijdingseffect waar te nemen hoewel dit niet voldoende is voor een praktische toepassing. Een behandeling, 48 uur na inoculatie, had geen enkel effect. In hoofdstuk II is vermeld, dat de sporen onder daartoe gunstige omstandigheden na 4 tot 6 uur kiemen. Van dat moment af is binnendringing van de kiembuizen in het blad mogelijk, maar het duurt een aantal uren, voordat infectie van betekenis is opgetreden. Het gedeeltelijk bestrijdingseffect na een behandeling van de uien, 24 uur na inoculatie, kan nu op 2 wijzen worden verklaard:

1. op het moment van de bespuiting van het gewas was nog slechts een gedeelte van de kiembuizen in de huidmondjes binnengedrongen, namelijk maximaal 50 %;
2. zineb heeft een zekere curatieve werking en kan ook in het blad binnengedrongen kiembuizen nog doden.

Het is moeilijk te bepalen welke verklaring de juiste is. Indien er echter sprake is van een curatieve werking van zineb, dan is deze toch zeer gering, omdat uit proef C blijkt, dat een behandeling, 48 uur na inoculatie, geen enkel effect meer geeft. Dit was zelfs ook het geval in proef B bij een behandeling 24 uur na inoculatie.

In veldproeven zijn eveneens behandelingen uitgevoerd op dagen, volgende op een kritieke dag d.w.z. 40–48 uur nadat de omstandigheden gunstig werden

voor sporenvorming. Tussen twee opeenvolgende bespuitingen moesten tenminste 7 dagen verstreken zijn. Dit bespuitingsschema werd vergeleken met behandelingen volgens vast tijdschema nl. 1 × per week. Uit de waarderingscijfers voor de aantasting werd een overeenstemming waargenomen met de resultaten van de laboratoriumproeven.

Aan de hiervoor besproken resultaten kan geen andere conclusie verbonden worden dan dat een bespuiting van het gewas, zo spoedig mogelijk nadat een kritieke dag is gesignaleerd, geen voldoende bestrijding geeft, tenzij men de beschikking zou hebben over een curatief werkend middel. Zolang zineb het aangewezen middel is voor de bestrijding van valse meeldauw bij uien, zal de teler voor de behandeling van het gewas aan een vast tijdschema gebonden zijn.

3.4. De invloed van zineb op de afrijping van het gewas

In verschillende proeven waarin geen valse meeldauw optrad, kon toch een invloed van herhaalde bespuitingen met zineb op het gewas worden waargenomen. Deze invloed uit zich in een verhoging van de opbrengst als gevolg van een verlenging van de afrijpingsperiode van het gewas. Op zich zelf is een verhoging van de opbrengst voor de praktijk aantrekkelijk. Maar aan een vertraging van het afrijpingsproces zijn bezwaren verbonden die hierna zullen worden uiteengezet.

In dezelfde jaren waarin het valse meeldauw-onderzoek verricht is, werd ook aandacht geschonken aan het optreden van koprot. Dit is een ziekte, die tijdens de bewaring van uien optreedt. Zij wordt veroorzaakt door de schimmel *Botrytis allii* Munn. De infectie komt te velde tot stand maar de symptomen treden pas tijdens de bewaarperiode op. Bij het onderzoek naar het tijdstip van infectie door *Botrytis allii* werd vastgesteld, dat de meeste infecties gedurende de afrijping van het gewas tot stand komen. Wanneer dus om een of andere reden de duur van de afrijpingsperiode wordt verlengd, neemt de kans op infectie door *Botrytis allii* toe. Anderzijds zal door een verkorting van deze periode de kans op infectie verminderen.

Beide gevallen kunnen zich in de praktijk voordoen. De afrijping van het gewas wordt vertraagd door herhaalde tot kort voor het optrekken van de uien voortgezette behandelingen met zineb. Dit komt zeer duidelijk tot uiting in proefvelden waarin geen valse meeldauw optrad, maar wel per object de dosering van zineb verschillend is geweest. Indien van deze proefvelden aan bewaarmonsters de aantasting door koprot per object wordt beoordeeld, blijkt dat de aantasting het grootst is bij de objecten waarbij de afrijping het meest is vertraagd.

De resultaten van een proefveld dat in 1953 te Heinkenszand werd aangelegd, geven het tegenovergestelde te zien. In dit proefveld werden de niet met zineb behandelde veldjes vrij ernstig aangetast door valse meeldauw op een moment, dat de bol al een behoorlijke ontwikkeling had. Uit de beoordeling van bewaarmonsters van dit proefveld bleek, dat de uien van deze veldjes aanzienlijk minder koprot hadden dan de uien van de met zineb behandelde veldjes. Door het snelle afsterven van het loof is de kans op infectie door *Botrytis allii* en de mogelijkheid van ontwikkeling van het mycelium aanzienlijk kleiner geworden.

De toenemende kans op infectie door *Botrytis allii* na herhaalde behandelingen van het gewas met zineb is aanleiding geweest om na te gaan in welke mate de directe invloed van dit middel op het gewas zich uit en hoe dit te voorkomen is.

Als voorbeeld van deze invloed van zineb diene een middelenproef in zaai-

uien, die in 1955 te Sommelsdijk werd uitgevoerd. In deze proef werden 4 middelen aangewend op basis van respectievelijk zineb, maneb, thiram en dinitrorhodaanbenzeen. Alle objecten werden wekelijks behandeld, in totaal 9 ×. De middelen werden verneveld naar rede van 3 kg per ha in een hoeveelheid water van 150 l per ha onder toevoeging van een uitvloeier-hechter (Grasselli) in een concentratie van 1/4000. De eerste behandeling vond plaats op 15 juni, de laatste op 10 augustus, 20 dagen vóór het optrekken van de uien.

In tabel 15 zijn de gemiddelde opbrengsten en de cijfers voor de mate van afsterving van de verschillende objecten vermeld.

TABEL 15. Opbrengsten in kg per are en afrijpingscijfers van een middelenproef, Sommelsdijk, 1955. Aantal behandelingen: 9.

Yields in kg per 100 m² and rate of ripening stage obtained by treatment with different fungicides, Sommelsdijk, 1955. Number of treatments: 9.

Object	Behandeling *Treatment*	Opbrengst in kg/are *Yield in kg/100 m²*	Relatieve opbrengst A = 100 *Relative yield A = 100*	Afrijpingscijfer op 3 augustus[1]) *Rate of ripening stage on 3 August*[1])
A	onbehandeld *untreated*	494,0	100	10
B	zineb	545,5	110	5,5
C	maneb	561,0	114	4
D	thiram	531,0	108	8
E	dinitrorhodaanbenzeen	591,0	105	9

[1]) cijfers werden gegeven van 1 tot 10:
10 = loof gestreken, geheel afgestorven.
5 = loof gestreken, voor 2/3 dood en 1/3 groen.
4 = loof gestreken, voor 1/3 dood en 2/3 groen.

[1]) *rate of ripening stage has been expressed in figures from 1 to 10:*
10 = leaves lying down, completely dead.
5 = leaves lying down, 2/3 dead, 1/3 green.
4 = leaves lying down, 1/3 dead, 2/3 green.

Alleen op één van de 5 niet behandelde veldjes en op één van de 5 met dinitrorhodaanbenzeen behandelde veldjes kwam aantasting door valse meeldauw voor.

De verschillen in opbrengst moeten dus uitsluitend aan een directe invloed van het middel op het gewas worden toegeschreven. Bij statistische analyse waren de opbrengsten van de objecten B en D duidelijk hoger dan die van de onbehandelde veldjes. De opbrengst van object C is zelfs zeer duidelijk hoger. Het gewas op de veldjes van de objecten A en E stierf normaal af, dat van de objecten B en D iets trager, terwijl de veldjes van object C het langst groen bleven. Uit deze waarnemingen blijkt, dat thiram, zineb en maneb de afrijping van het gewas vertragen. Maneb deed dit in deze proef nog in ernstiger mate dan zineb. Aangezien de fungicide werking van zineb en maneb ten opzichte van valse meeldauw gelijk is en die van thiram in latere proeven minder groot bleek, kunnen thiram noch maneb worden aanbevolen als bestrijdingsmiddel tegen valse meeldauw.

Er is geen nader onderzoek verricht over de factoren die de mate van de directe invloed van zineb op het gewas bepalen.

In de jaren waarin het valse meeldauw-onderzoek werd uitgevoerd, zijn wel veel waarnemingen over dit verschijnsel verricht. Deze zijn echter zo weinig samenhangend, dat daaruit geen definitieve conclusies kunnen worden getrokken. Het is wel duidelijk, dat een groot aantal factoren deze invloed bepalen, o.a. de frequentie van de behandeling van het gewas, de weersomstandigheden na de bespuitingen (deze bepalen de mate van afspoeling en binnendringen van het middel), de grondsoort, de standdichtheid van het gewas en het tijdstip waarop de bespuitingen worden beëindigd. De ervaring heeft geleerd, dat, behalve op zeer lichte gronden, een verlenging van de afrijpingsperiode van het zaai-uiengewas niet optreedt of tot een minimum beperkt blijft indien de bespuitingen ongeveer 4 weken vóór de vermoedelijke optrekdatum worden beëindigd. Deze ervaring is dan ook opgenomen in het advies voor de bestrijding van valse meeldauw bij de vegetatieve teeltvormen. Een uitzondering geldt voor tweedejaars plantuien, die toch altijd in groen stadium opgetrokken en niet bewaard worden.

Bij het vroegtijdig beëindigen van de bespuitingen staan de volgende gedachten voor:

1. Een vertraging van de afrijping van het gewas treedt in de meeste gevallen niet op of wordt tot een minimum beperkt.

2. Na de laatste bespuitingen tegen valse meeldauw kunnen minimaal 17 dagen later symptomen van valse meeldauw worden verwacht. Bij een goed uitgevoerde bestrijding gedurende het groeiseizoen zal deze aantasting nooit ernstig zijn en voorzover zij optreedt bijdragen tot een sneller afsterven van het loof dan normaal, hetgeen weliswaar de opbrengst enigermate nadelig kan beïnvloeden, maar een optreden van koprot gedurende de bewaring kan tegengaan.

SAMENVATTING

In hoofdstuk I zijn enkele aspecten van het optreden van valse meeldauw besproken.

Onder Nederlandse omstandigheden vindt het eerste optreden van valse meeldauw in het groeiseizoen plaats met het verschijnen van systemisch zieke planten uit bollen waarin de schimmel als mycelium heeft overwinterd. Een enkele maal is hetzelfde systemisch ziektebeeld waargenomen in zaai-uien, zeer waarschijnlijk als gevolg van infectie door oösporen die met loofresten in de grond zijn terechtgekomen. Het overblijven van de schimmel in de bol is evenwel de belangrijkste vorm van overwintering. De eerste systemisch zieke planten worden 1 à 2 maanden na het uitplanten van de bollen waargenomen. Gedurende een periode van 3 tot 4 weken verschijnen er steeds nieuwe. In vergelijking met het percentage aangetaste planten in het eerste teeltjaar blijkt het percentage systemisch zieke planten na uitpoten van de bollen in het tweede teeltjaar gering te zijn. Toch kan van deze weinige planten uit na enkele gunstige weerssituaties een groot areaal uien worden aangetast. Van één systemisch zieke plant uit was na één periode van uitbreiding een gebied met een lengteas van 1–2 m aangetast; uitgaande van 6–8 zieke planten bleek de ziekte 3–5 m van de infectiebron uit te zijn verbreid. In een polder te Heinkenszand, waar een aangetast zaadgewas de enige infectiebron voor de gehele omgeving was, werd op 4 data in belangrijke mate uitbreiding van valse meeldauw waargenomen; op de eerste datum tot 600 m, op de tweede en derde tot 1000–1600 m en de vierde tot 2000 m. Het verloop van de ziekte wordt gekenmerkt door perioden met plotselinge uitbarstingen, afgewisseld door perioden waarin de aantasting vrijwel tot stilstand komt.

In hoofdstuk II is nader ingegaan op het verband tussen de weersomstandigheden en het optreden van valse meeldauw. Het doel hiervan was om na te gaan of het mogelijk is weerssituaties gunstig voor het optreden van valse meeldauw te signaleren.

Uit laboratoriumonderzoek werden gegevens verkregen over de invloed van weersfactoren en licht op de verschillende stadia van ontwikkeling van *Peronospora destructor*. Hieruit bleek, dat in de eerste plaats de relatieve luchtvochtigheid van belang is voor het tot stand komen van infecties en dat de temperatuur, althans gedurende het groeiseizoen van de uien, een minder grote betekenis heeft.

Voor sporuleren is een relatieve luchtvochtigheid van 100 % vereist, terwijl vrij water de sporenvorming sterk bevordert. Sporenvorming blijkt onder deze omstandigheden alleen plaats te vinden in de avond, nacht en vroege morgen. Aangezien het begin van sporenvorming alleen is waargenomen tussen 20 uur 's avonds en 6 uur 's morgens en de eerste sporen 3–5 uur na het begin van de gunstige vochtigheidstoestand worden gevormd, moet de relatieve luchtvochtigheid tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens aan de gestelde voorwaarden gaan voldoen. Sporenvorming is mogelijk bij temperaturen tussen 3 en 22° C.

Voor sporenkieming is een bladnatperiode van 4–6 uur vereist. Daalt de

relatieve luchtvochtigheid beneden 100 % dan neemt de kiemkracht van de sporen zeer snel af en is na 5 uur vrijwel geheel verloren gegaan. De minimumtemperatuur voor sporenkieming is ± 1 °C, het optimum ligt bij 10° C en het maximum bij 28° C.

In één geval werd 2 uur na de kieming van de sporen binnendringen door een huidmondje waargenomen, maar bij de meeste proeven geschiedde dit pas 12 tot 21 uur na kieming.

Het eerste optreden van symptomen werd 10–17 dagen na inoculatie waargenomen. Gedurende een periode van 2 tot 9 dagen kunnen steeds nieuwe symptomen worden verwacht met als gemiddelde 3 tot 4 dagen.

In veldproeven is nu met behulp van cirkelvormige proefvelden nagegaan of er een verband bestaat tussen microklimatologische gegevens en het optreden van valse meeldauw. Aan de hand van de gegevens betreffende de relatieve luchtvochtigheid op 0,10 m hoogte in het gewas en mede door gebruik te maken van de in het laboratorium verkregen gegevens, werd een criterium opgesteld voor het vaststellen van gunstige weerssituaties. Een weerssituatie kan kritiek worden geacht als de relatieve luchtvochtigheid gedurende 11 uur gelijk aan of hoger is geweest dan 95 % (een onderbreking gedurende enige uren is toegestaan) en direct daarna gedurende tenminste 6 uur 80 % of hoger bedraagt. Er wordt dan gesproken van een kritieke dag. Met één uitzondering konden alle waargenomen perioden van uitbreiding in verband worden gebracht met één of een serie van enkele kritieke dagen die daaraan voorafgaan.

Verder is nagegaan of voor het vaststellen van kritieke dagen ook kan worden gebruik gemaakt van waarnemingen op 2,20 m hoogte. Uit vergelijking van de waarnemingsreeksen op 0,10 m en 2,20 m per proefveld blijkt, dat het verschil in relatieve luchtvochtigheid op deze hoogten, althans bij hoge luchtvochtigheden, ongeveer 5 % bedraagt. De gegevens van de relatieve luchtvochtigheid op 2,20 m zijn nu op dezelfde wijze bewerkt als die van 0,10 m. Het blijkt, dat het hiervoor genoemde criterium voor waarnemingen op 0,10 m hoogte kan worden gebruikt voor waarnemingen op 2,20 m met behoud van het aantal te beoordelen uren. De grenswaarden voor de relatieve luchtvochtigheid moeten evenwel worden verlaagd van 95 tot 90 % en van 80 tot 75 %. Bij toepassen van dit criterium wordt een vrij groot aantal niet effectieve kritieke dagen gesignaleerd. Nader onderzoek is daarom noodzakelijk om na te gaan of aan dit criterium nog enkele factoren moeten worden toegevoegd. Daarbij is het gewenst de tot nu toe verrichte waarnemingen uit te breiden met nauwkeurige metingen over de bladnatperiode en dagelijkse waarnemingen over de mate van sporuleren.

In hoofdstuk III zijn de mogelijkheden van bestrijding van valse meeldauw behandeld.

Door in het voorjaar systemisch zieke planten uit te trekken en te vernietigen, wordt de opbouw van de schimmelpopulatie in belangrijke mate vertraagd. In het zaadgewas wordt deze maatregel vrij algemeen toegepast, maar in het plantuiengewas is hij moeilijk uitvoerbaar. De kans op verdere uitbreiding van de ziekte kan worden verminderd door enkele cultuurmaatregelen, maar chemische bestrijding blijft noodzakelijk. Zeer goede resultaten werden verkregen door een wekelijkse behandeling van het gewas met zineb naar rede van 3 kg per ha in 150–200 l water, afhankelijk van de loofdichtheid van het gewas. Toevoegen van uitvloeier is bij gebruik van de huidige fabrieksprodukten niet meer nodig.

Toevoegen van hechter kan alleen worden geadviseerd bij behandeling van een zaadgewas. Bij behandeling van zaai-uien kan zineb namelijk een verlenging van de afrijpingsperiode van het gewas veroorzaken, die niet gewenst is omdat de kans op infectie door *Botrytis allii* MUNN, de veroorzaker van koprot, dan toeneemt. Door toevoegen van hechter zou door een geringere afspoeling van het middel dit effect nog worden versterkt. Daarom wordt het gebruik van hechter niet aanbevolen voor die teeltvormen waarbij optreden van koprot moet worden gevreesd. Het genoemde effect van zineb kan tot een minimum worden beperkt indien de bespuitingen met dit middel ongeveer 1 maand voor de vermoedelijke optrekdatum worden beëindigd. Een ander gevolg van het genoemde effect is, dat de fungicide werking van zineb alleen mag worden afgeleid uit de aantastingscijfers en niet uit een vergelijking van de opbrengsten van behandelde en niet behandelde veldjes.

In kas- en veldproeven bleek, dat bespuiting van het gewas, zo spoedig mogelijk na het optreden van een gunstige weerssituatie, een zeker effect heeft, maar het is de vraag of dit voor de praktijk van enige betekenis is.

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON THE OCCURRENCE AND THE CONTROL OF DOWNY MILDEW *(PERONOSPORA DESTRUCTOR)* IN ONIONS

General Introduction

In chapter I the overwintering and further development of the disease caused by *Peronospora destructor* (Berk.) Casp. are discussed. Chapter II contains the results of a study of the relation between weather conditions and the occurrence of the disease. Chapter III deals with the control of downy mildew.

Chapter I

SOME ASPECTS OF THE OCCURRENCE OF DOWNY MILDEW

The life cycle of *Peronospora destructor* may be described as starting from wind-borne spores causing infections on leaves and seed stalks of the onion plant. The symptoms are light coloured spots, usually in the middle or tip of the leaves and near the middle of the seed stalks. In sowing-onions the mycelium grows through the neck tissue into the bulb and may remain dormant there. After replanting bulbs of an infected crop for growing seed or sets for early onions in the following year, in some of them the mycelium may grow up into the developing leaves and cause systemic symptoms. The systemically infected plants in these crops are the first to appear in the growing season. Therefore the development of the disease will be discussed starting with these plants.

Plate I, A and B demonstrate that systemically infected plants are easily recognized especially in seed crops because of their size and the large distance between the plants. The first diseased plants appear about one to two months after the bulbs have been planted. The next three to four weeks an ever increasing number of infected plants may be found. Table 1 gives a survey of the first and the last dates of appearance of systemically infected plants in seed crops over several years. Table 2 gives an impression of the frequency and the time of appearance of these plants in one crop.

When weather conditions are favourable the diseased plants become totally covered with spores (Plate II, C), which may give rise to fresh infections on leaves and seed stalks (Plate II, B). The damage to the crop is dependent on:

a) the stage of development of the crop when infection occurs;
b) the weather conditions following the appearance of the new symptoms;
c) a number of other factors which are described in chapter II.

Often infection of the seed crop causes a serious loss of seed because the infected stalks break (Plate II, A).

An early and heavy attack of sowing-onions may cause a yield reduction of 30 % and moreover a poor development of the bulbs (Plate III, A).

Theoretically there are several ways of overwintering for *Peronospora*. In

the Netherlands systemically infected plants in the beginning of the growing season are the main source of infection for the surrounding crops. This source of infection is particularly important because even a small percentage of systemically infected plants (table 3 and 4) may cause a serious spread of the disease. It is remarkable that after replanting only few of the bulbs of onions infected by downy mildew develop into systemically infected plants.

The factors determining the rate of development of the disease during the growing season are:

1. the weather conditions: in dry, warm weather diseased leaves collapse and shrivel rapidly, practically without producing spores. On the other hand in cool weather the infected plants may recover by forming new leaves. Also the number of periods with weather conditions favourable to infection (chapter II) is of great influence on the epidemiology.
2. the source of infection: after one day with weather conditions favourable to the spread of the disease a systemically infected plant may be surrounded by a contaminated area of 1–2 m diameter (fig. 1). In fig. 2 it is demonstrated that, starting from an infected seed crop the disease may spread over a distance of 600 m after the first period of spread, 1000–1600 m after the second and third period and 2000 m after the fourth.
3. the variety: all Dutch varieties of onions are equally susceptible, but there is a difference between the Dutch varieties on the one side and foreign-bred varieties on the other. The latter are more susceptible, perhaps due to the smaller wax-formation on the leaves.
4. the leaf-density: the leaf-density is highly dependent on the type of growing. In a few cases the degree of infection is needlessly increased by using too much nitrogen.

Chapter II

THE RELATION BETWEEN WEATHER CONDITIONS AND THE OCCURRENCE OF DOWNY MILDEW

This chapter is divided into two parts. In the first part the results of laboratory experiments are discussed in relation to the influence of weather factors on the different stages of the infection cycle of *Peronospora destructor*. In the second part from data obtained in the laboratory and from field experiments a criterium was found as to the weather conditions favourable to the development of downy mildew.

Laboratory experiments

The following method of inoculating plants can be used to maintain and increase the parasite.

By the end of the afternoon moistened plants are placed under a plastic cover and kept there during the night. The high humidity under the cover provides conditions favourable to sporulation of the fungus. The following morning the spores are washed from the plants with tap water and a suspension is prepared containing 20–25 spores per mm^3. Healthy plants are sprayed with this suspension and placed in an inoculation-chamber at 15–18°C. For two hours a fine mist of water is sprayed in this chamber covering the plants with a thin film of water.

These plants then remain in the closed chamber for another 22 hours after which they are placed in the greenhouse. Depending on the temperature symptoms will appear in 10–17 days.

Sporulation

A relative humidity of 100 % appeared to be necessary for sporulation which is highly stimulated by the presence of free water on the leaf.

Light turned out to be of great importance. Sporulation only occurs in the evening and night. The rate of sporulation during this period is probably dependent on the rate of assimilation during the day time (table 5). When conditions are favourable the first spores appear after three to seven hours (one observation in November); we may assume that between May and September under field conditions this is three to five hours. According to some authors an additional number of hours is needed for ripening and delivery of the spores. Sporulation may start between 8 p.m. and 6 a.m. This means that the relative humidity is of great importance for inducing sporulation between 5 p.m. and 3 a.m.

Conidia may be produced at a wide range of temperatures. Below 3° C production of conidia was not observed. The maximum temperature was not determined; according to the literature it lies between 22 and 25° C. There is often very little or no sporulation during the night following a day with high temperatures (25–30° C); it is also strongly inhibited when sporulation took place already in the previous night.

Germination of spores

Spore-germination tests were carried out on glass slides and on pieces of leaves placed in petri dishes under high moisture conditions.

Free water appeared to be necessary for germination which starts four to six hours after the conditions become favourable. The minimum temperature is about 1° C, the optimum 10° C and the maximum about 28° C (fig. 3).

The results of several experiments on the viability of the conidia are summarized in tables 6 and 7. They show that if the relative humidity becomes less than 100 %, the viability of spores which are still in contact with the sporophores decreases in three to five hours to about zero.

Infection

The following method was applied to obtain more information on this point. Spores were placed inside vaseline rings which were placed on leaves and seed stalks of onion plants. Then the plants were placed under the conditions mentioned in the description of the inoculation method. At intervals of one or two hours inoculated leaf pieces were cut out and, after fixation and discolouring, stained with cotton-blue 0.01 %.

In all cases spore-germination started four hours after inoculation (Plate III, B). The germ tube always penetrated into the plant through a stoma (Plate IV, A). In one case a few germ tubes had already penetrated into stomata two hours after the beginning of germination. In most cases, however, penetration did not take place before twelve hours and in a few cases even not before twenty one hours after germination of the spores. Penetration may occur between

3.5 and 25° C. To get more information on infection time at different hours after inoculation plants were blown dry with a föhn. Symptoms appeared on plants which had been removed from conditions favourable to infection already eight hours after inoculation (four hours after germination).

Incubation period

In the laboratory experiments the first light coloured spots appeared 10–17 days after inoculation. They increased in number during the following 2–9 (mostly 3–4) days.

From the results obtained in laboratory experiments we may conclude that a favourable weather situation (= critical day) must begin with a period favourable to sporulation between 5 p.m. and 3 a.m. (at least 3 hours with a relative humidity of 100 %; preferably free water on the leaves). This period must be followed immediately by a period of at least 4 hours during which free water is present on the leaves, needed for germination of the spores. An additional number of hours is needed for infection but neither its length nor the minimum relative humidity necessary could be determined in laboratory experiments.

Field experiments

Characteristics of a favourable weather situation were also derived from investigations in 1955 and 1956 on the spread of downy mildew in relation to weather conditions on four circular experimental fields. These circular fields were 16 m in diameter and by paths divided into sixteen sectors (Plate IV, B). Systemically infected onions were planted in the centre and they were surrounded by sets of a very susceptible variety on the remainder of the field.

Metereological observations were obtained from hydrographs and thermographs placed in the crop at heights of 0.10 m and 2.20 m above ground. The prevailing wind direction on each day of the experiment was obtained from the nearest synoptical station (figs. 4 and 5; see graphs at the end).

The diseased leaves were counted daily per sector and removed to keep the centre the only source of infection. The directive influence of the wind on the spread of the disease was apparent from the distribution over the different sectors.

Tables 8 gives all periods in which attacks were found; table 9 the course of the relative humidity between the crop on days when most likely infections have taken place because of the incubation period, moisture conditions favourable to sporulation and infection (see laboratory experiments), and the spread of the disease in the field in the direction of the prevailing winds on those days. All these days had a period in common of at least 11 hours with a relative humidity of more than 95 %, beginning between 5 p.m. and 3 a.m., followed by at least 6 hours with a relative humidity of more than 80 %. During the four experiments a total of 44 such days occurred. There were only 23 days on which infection could have taken place (table 10). It is not possible to explain why infection did not occur on all 44 days. Therefore exact determinations of the lengths of the periods during which water in liquid form is present on the leaves are needed and also knowledge of the influence on sporulation of temperature and moisture conditions during the days preceding those favourable to sporulation and infection.

As the use of observations from synoptical stations is more practical, it was

ascertained whether there is a correlation between the observations of the relative humidity at 0.10 m and 2.20 m above ground. By comparing the series of observations in the onion crop at 0.10 m and at 2.20 m it was established that the difference between the relative humidity at these heights is about 5 %. Correcting the classes of relative humidity used for the observations at 0.10 m, the data for 2.20 m are compiled following the same procedure as with the data for 0.10 m. In table 11 the course of the relative humidity is given of all days on which infections most likely have taken place. These days had in common a period of at least 11 hours with a relative humidity higher than 90%, beginning between 5 p.m. and 3 a.m., followed by at least 6 hours with a relative humidity higher than 75 %. During the four experiments 50 such days occurred (table 12), including all but one which were critical according to the data of 0.10 m.

Therefore it seems admissible to use macro-climatological data to determine critical days for infection by downy mildew. As, however, this opinion is based on investigations during only two years it will be necessary to test its reliability for another number of years.

Chapter III
THE CONTROL OF DOWNY MILDEW

Cultivation- and sanitary measures

In the Netherlands systemically infected plants occurring in the seed crop and in the onions grown from sets are the most important sources of infection in spring. Therefore it is necessary to collect and to destroy these plants. This is practicable only in the seed crop where they are easily recognized; it contributes to an important reduction of the attack by downy mildew in this crop. However, removing systemically infected plants in crops grown from onion sets is quite impossible. Therefore it is necessary to restrict the further development of the disease by other control measures.

The infection can be reduced by

a. avoiding the development of too luxuriant crops by not fertilizing with more nitrogen than is strictly necessary;
b. not growing a seed crop in the neighbourhood of vegetative crops;
c. not growing onions alongside high growing crops or on low lying soils.

Chemical control

In field experiments the effect of different treatments in sowing-onions was determined by weekly counting the number of plants with spores among the same 100 plants per plot of 20–25 m^2. In seed crops the size of each plot was 40–50 m^2 in which weekly the number of seed stalks showing symptoms among the same 500 was counted.

Only zineb- and maneb-compounds controlled downy mildew sufficiently. However, these chemicals appeared to have a fungicidal action and a direct action on the plant, both resulting in an increase of the yield. Therefore the fungicidal effect can be determined only by judging the rate of attack and not by comparing the yields of treated and untreated plots.

The best results in sowing-onions were obtained by low-volume spraying

of zineb, once per 7 to 10 days, at the rate of 3 kg in 150–200 l of water per hectare (table 13). In seed crops always 200 l of water per hectare should be used. The use of a sticker is recommended for seed crops but not for the vegetative stage because of the smaller washing-off of zineb resulting in a still more growth-stimulating effect.

The results of table 14 indicate that treating a crop after a critical day produces at best half the effect of a protective treatment. Therefore zineb can be used with success only when it is applied as a protectant.

The growth-stimulating effect of zineb and maneb is demonstrated in table 15. Zineb and maneb have the same fungicidal effect; however, maneb has a still more stimulating effect than zineb and is therefore not recommended for controlling downy mildew.

As already mentioned before the stimulating effect of zineb is of no importance in seed crops. However, in vegetative crops (especially in sowing-onions) the chance of infection by *Botrytis allii*, the cause of neck-rot, is increased because the period of ripening of the crop is extended. Generally this effect was reduced to a minimum or did not occur at all if no treatment was given less than about four weeks before the expected harvest time.

LITERATUUR

Beekom, C. W. C. van, – 1952. Uien en sjalotten. Tuinbouwvoorlichtingsdienst Meded. 49: 71–73.

Berry, S. Z. & G. N. Davis, – 1957. Formation of oospores by Peronospora destructor and their possible relation to epiphytology. Pl. Dis. Reptr. 41: 3–6.

Bruinsma, F., – 1957. Warme bewaring van plantsjalotten. Meded. Proefst. Groenteteelt Ned., Alkmaar Meded. 5.

Bruinsma, F. & J. W. Seinhorst, – 1954. Warmwaterbehandeling van sjalotten tegen aantasting door stengelaaltjes. Meded. Dir. Tuinb. 17: 437–447.

Butler, E. J. & S. G. Jones, – 1955. Plant Pathology: 693–699.

Cook, H. T., – 1932. Studies on the downy mildew of onions and the causal organism, Peronospora destructor (Berk.) Casp., Agr. Exp. Stat., Cornell Univ. Mem. 143: 1–40.

Drost, W. J., – 1946. Bestrijding uienmeeldauw. N.A.K.G. Meded. 4.

Hiura, M., – 1930. Studies on some downy mildews of agricultural plants. IV. On the downy mildew of the Welsh onion. (Report I). Abstr. Rev. appl. Mycol. 10: 7, 1931.

Katterfeld, N. O., – 1926. Contribution to the biology of Peronospora Schleideni Ung., Abstr. Rev. appl. Mycol. 7: 216–217, 1928.

Koert, J. L., – 1949. De teelt van plantuien. Groenten en Fruit 4: 610.

McKay, R., – 1939. Observations on onion mildew caused by the fungus Peronospora schleideniana W.G.Sm., J. roy. hort. Soc. 64: 272–285.

McKay, R., – 1957. The longevity of the oospores of onion downy mildew Peronospora destructor (Berk.) Casp., Proc. roy. Dubl. Soc. 27: 295–307.

Murphy, P. A., – 1921. The presence of Perennial Mycelium in Peronospora schleideni Unger. Nature 108: 304.

Murphy, P. A. & R. McKay, – 1926a. The downy mildew of onion (Peronospora Schleideni) with particular reference to the hibernation of the parasite. Proc. roy. Dubl. Soc. 18: 237–261.

Murphy, P. A. & R. McKay, – 1926b. Some new factors concerning onion mildew. Dep. Lands agr. J., Ireland 26: 115–123.

Murphy, P. A. & R. McKay, – 1932. Further observations and experiments on the origin and control of onion mildew. Dep. Lands agr. J., Ireland 31: 60–76.

Nelson, R., – 1951. Control of onion mildew with dust fungicides. Phytopath. 41:28.

Newhall, A. G. & W. A. Rawlins, – 1952. Control of onion blast and mildew with carbamates. Phytopath. 42: 212–214.

Oort, A. J. P., – 1959. Over de termen primair en secundair ziek in de fytopathologie. T. Pl.ziekten 65: 142–146.

Pinckard, J. A., – 1942. The mechanism of spore dispersal in Peronospora tabacina and certain other downy mildew fungi. Phytopath. 32: 505–511.

Post, J. J. &. C. Richel, – 1951. De mogelijkheden tot reorganisatie van de waarschuwingsdienst voor aardappelziekte. Landbouwk. T. 63: 77–95.

Vliet, M. van der, – 1950. De valse meeldauw in uien en sjalotten. Groenten en Fruit 5: 556.

Vliet, M. van der, – 1951. De valse meeldauw in sjalotten. Groenten en Fruit 6: 842.

Waggoner, P. E. & G. S. Taylor, – 1958. Dissemination by atmospheric turbulence: spores of Peronospora tabacina. Phytopath. 48: 47–60.

Yarwood, C. E., – 1937. The relation of light to the diurnal cycle of sporulation of certain downy mildews. J. agr. Res. 54: 365–373.

Yarwood, C. E., – 1939. Relation of moisture to infection with some downy mildews and rusts. Phytopath. 29: 933–945.

Yarwood, C. E., – 1943. Onion downy mildew. Hilgardia 14: 595–691.

Zaag, D. E. van der, – 1956. Overwintering en epidemiologie van Phytophthora infestans, tevens enige nieuwe bestrijdingsmogelijkheden. T. Pl.ziekten 62: 89–156.

A. Systemisch ziektebeeld van een plant, gegroeid uit een geïnfecteerde bol. Zaadgewas.
Plant grown from an infected bulb, showing systemic symptoms. Seed crop.

B. Systemisch ziektebeeld van een plant, gegroeid uit een geïnfecteerde bol. Plantuiengewas.
Plant grown from an infected bulb, showing systemic symptoms. Crop grown from onion-sets.

A. Zeer ernstig aangetast zaadgewas.
Heavily infected seed crop.

C. Sporendragers en sporen van *Peronospora destructor*. Vergr. × 300.
Sporophores and spores of Peronospora destructor. *Magn.* × *300.*

B. Door valse meeldauw aangetast blad. Duidelijk zijn de groeizones te zien.
Onion leaf infected by downy mildew. The zonate character of the lesion is clearly visible.

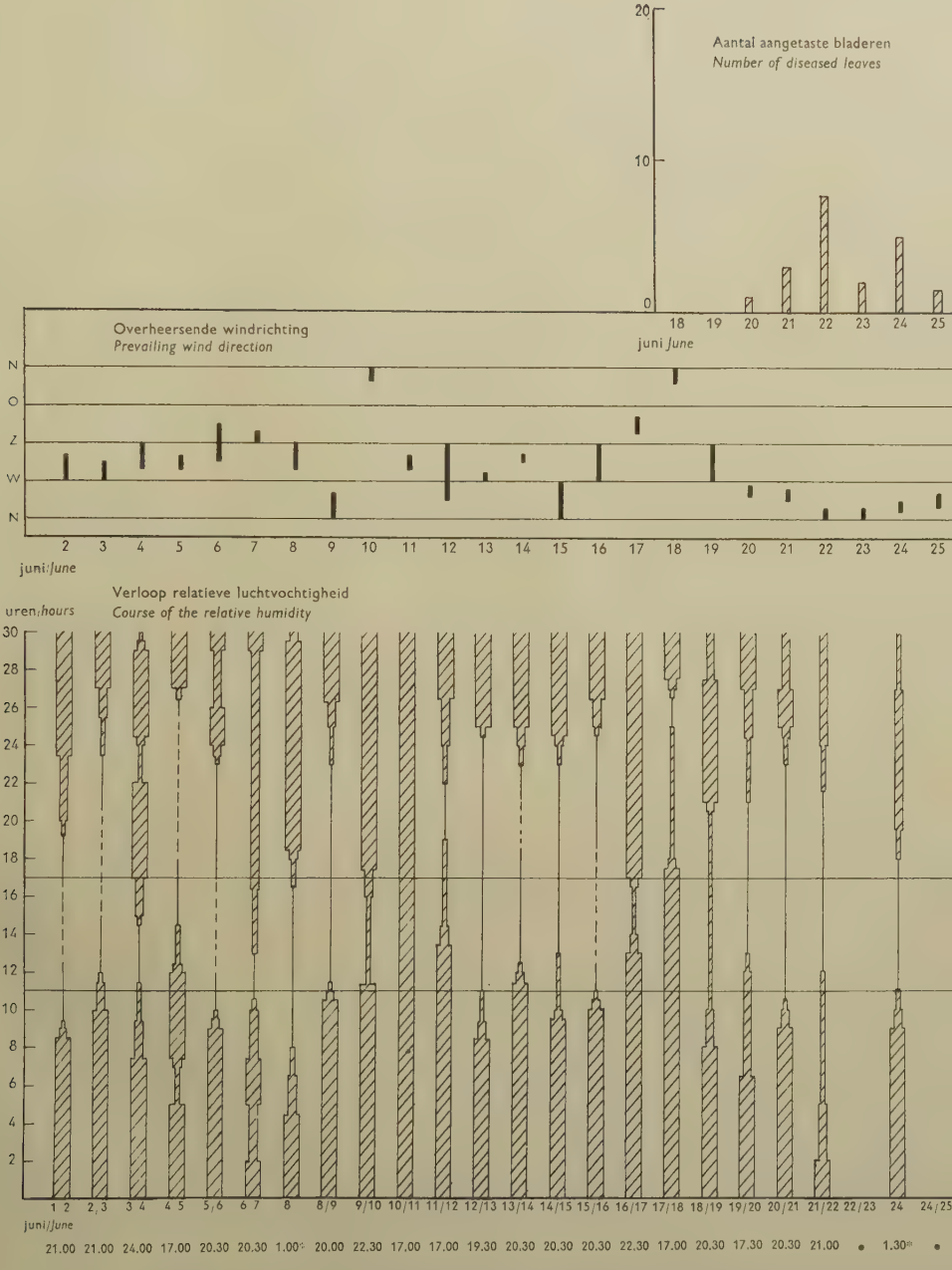
A. Zeer ernstig aangetast zaai-uiengewas.
Heavily infected crop of sowing-onions.

B. Spore, 4 uur na bevochtiging. Vergr. × 500.
Spore, after four hours immersion in water. Magn. × 500.

A. Een door een huidmondje binnengedrongen kiembuis, 24 uur na inoculatie.
A germ-tube which has penetrated into a stoma, twenty four hours after inoculation.

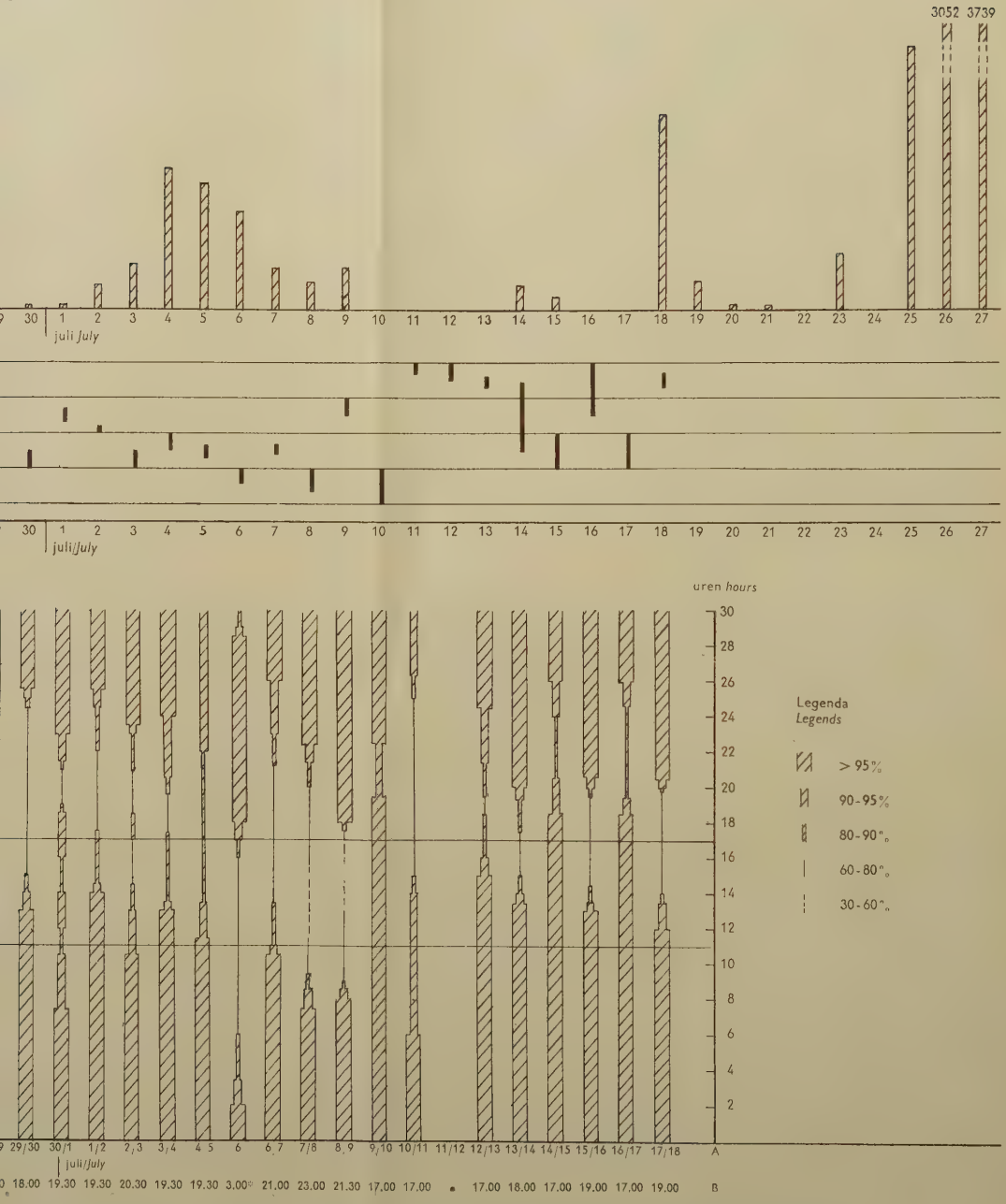
B. Overzicht van een cirkelvormig proefveld.
View of a circular experimental field.

FIG. 4. Waarnemingen over de r
aantasting door valse me
Observations on the relat
downy mildew in the circu

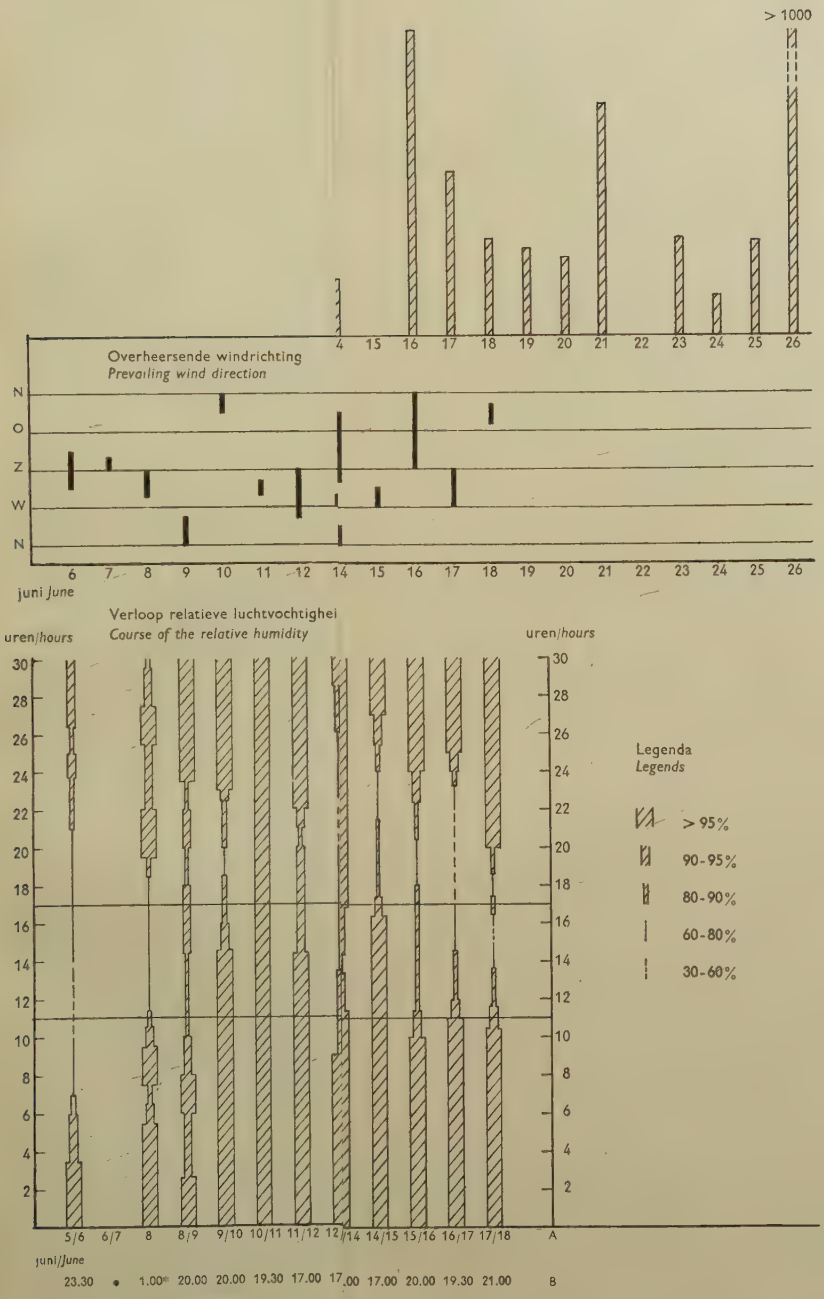


Elke kolom geeft het verloop aan van de relatieve luchtvochtigheid gedurende ee
periode. Deze periode begint telkenmale op het ogenblik dat tussen 17 uur 's middag
's morgens de relatieve luchtvochtigheid de 95% overschrijdt (B). De eerstgenoem
onder iedere kolom heeft betrekking op de avond van de dag waarop het mome
bereikt (A). In enkele gevallen geschiedde dit pas na middernacht(*) of in het gehe

ochtigheid op 0,10 m, de windrichting en de
cirkelvormig proefveld, De Bilt, 1956.
0.10 m, the wind direction and the attack by
l field, De Bilt, 1956.

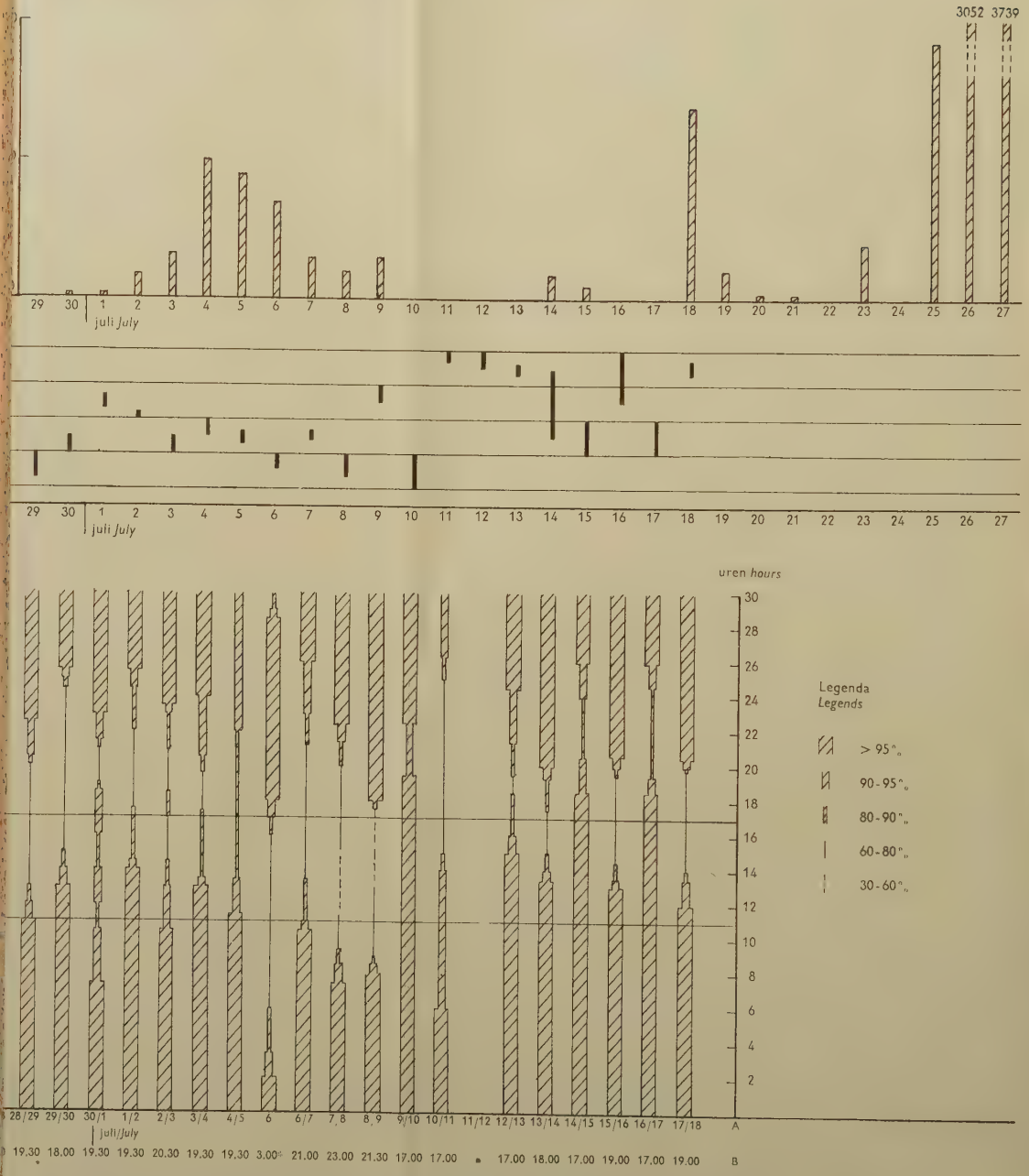


Each column represents a thirty hour period beginning between 5 p.m. and 3 a.m. at the moment the relative humidity became more than 95% (B). The width of the column is a measure for the relative humidity. The first date under each column refers to the evening of the day at which the moment B was reached (A). In some cases this happened after midnight (*) or not alt all (•).



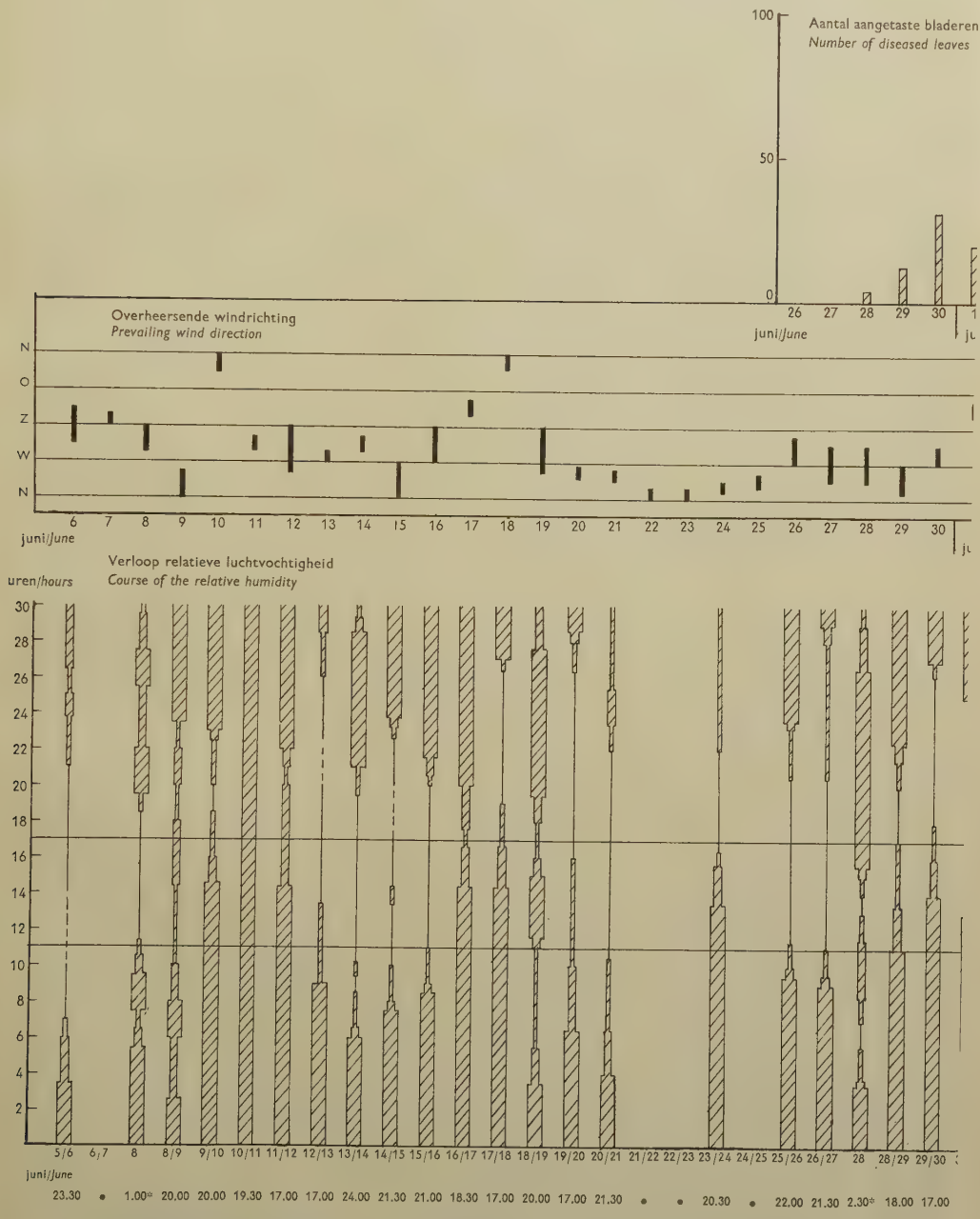
Elke kolom geeft het verloing *between 5 p.m. and 3 a.m. at the moment*
periode. Deze periode begin*he width of the column is a measure for the*
's morgens de relatieve luch*n refers to the evening of the day at which*
onder iedere kolom heeft t *happened after midnight (*) or not at all (●).*
bereikt (A). In enkele geva

htvochtigheid op 0,10 m, de windrichting en de
et cirkelvormig proefveld, De Bilt, 1956.
at 0.10 m, the wind direction and the attack by
ntal field, De Bilt, 1956.



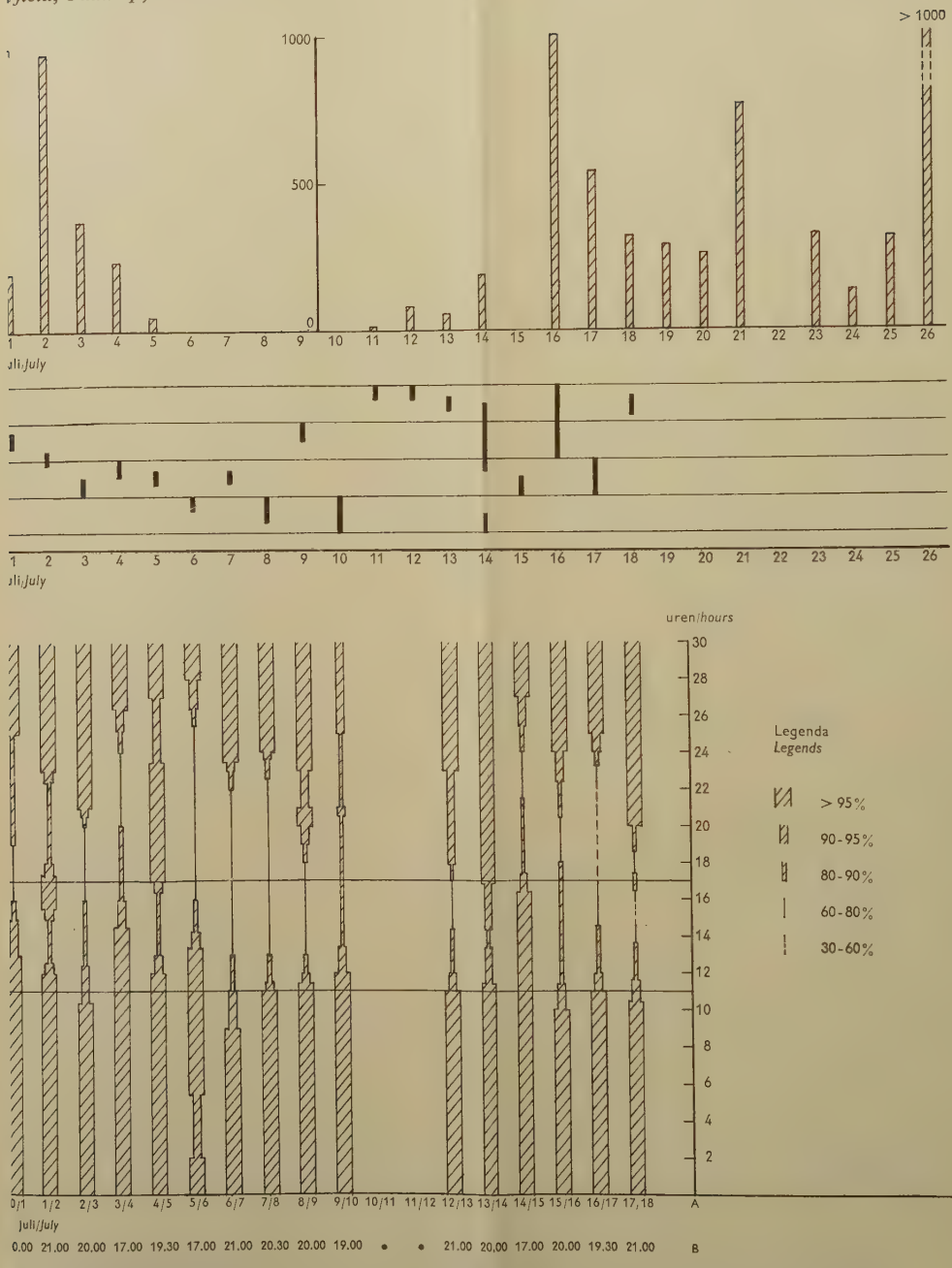
Each column represents a thirty hour period beginning between 5 p.m. and 3 a.m. at the moment the relative humidity became more than 95% (B). The width of the column is a measure for the relative humidity. The first date under each column refers to the evening of the day at which the moment B was reached (A). In some cases this happened after midnight (*) or not alt all (●).

FIG. 5. Waarnemingen over de relatieve luchtvo
aantasting door valse meeldauw in het c
Observations on the relative humidity at (
downy mildew in the circular experimental



Elke kolom geeft het verloop aan van de relatieve luchtvochtigheid gedurende een 30-urige periode. Deze periode begint telkenmale op het ogenblik dat tussen 17 uur 's middags en 3 uur 's morgens de relatieve luchtvochtigheid de 95% overschrijdt (B). De eerstgenoemde datum onder iedere kolom heeft betrekking op de avond van de dag waarop het moment B werd bereikt (A). In enkele gevallen geschiedde dit pas na middernacht (*) of in het geheel niet (•).

ɔchtigheid op 0,10 m, de windrichting en de cirkelvormig proefveld, Ouddorp, 1956.
0.10 m, the wind direction and the attack by l field, Ouddorp, 1956.



Each column represents a thirty hour period beginning between 5 p.m. and 3 a.m. at the moment the relative humidity became more than 95% (B). The width of the column is a measure for the relative humidity. The first date under each column refers to the evening of the day at which the moment B was reached (A). In some cases this happened after midnight (*) or not at all (●).

T. Pl.ziekten 65 (1959): 257–271

VIRUSZIEKTEN VAN DE KOMKOMMER IN NEDERLAND[1]

With a summary: Virus diseases of cucumber in The Netherlands

DOOR

Y. VAN KOOT en H. J. M. VAN DORST

Proefstation voor de groenten- en fruitteelt onder glas te Naaldwijk

INLEIDING

Het is ongeveer twintig jaar geleden, dat in het Zuidhollandse glasdistrict voor het eerst de aandacht gevestigd werd op een virusziekte bij de komkommer. Een summier onderzoek, verricht op het Laboratorium voor Fytopathologie te Wageningen, wees uit, dat hier sprake was van een aantasting door het reeds eerder in Engeland aangetroffen komkommervirus 2. Toenmaals kwam deze virusziekte slechts sporadisch voor in het Zuidhollandse glasdistrict. Nu is zij wijd verbreid. Deze sterke uitbreiding heeft vooral plaats gevonden in de jaren na de tweede wereldoorlog. Waarschijnlijk moet dit enerzijds worden toegeschreven aan het feit, dat in deze periode het enten van komkommers op ruime schaal ingang heeft gevonden, anderzijds aan de omstandigheid, dat maar al te vaak vers zaad is gebruikt, zowel voor de teelt van komkommers als voor de teelt van onderstammen. In het bijzonder bij het winnen van nieuwe selecties heeft dit euvel zich regelmatig voorgedaan.

Naast het komkommervirus 2 wordt soms ook het na verwante komkommervirus 2 A aangetroffen. Hoewel laatstgenoemd virus vrijwel nooit in grote omvang wordt aangetroffen, kan de schade toch belangrijk zijn, daar de plant van dit virus veel meer heeft te lijden dan van het komkommervirus 2.

Het is typisch, dat deze beide virussen, welke zeer gemakkelijk mechanisch met sap worden overgebracht, feitelijk alleen maar bij de teelt onder glas zijn waargenomen. Dit in tegenstelling tot het gemakkelijk door bladluizen over te brengen komkommervirus 1, dat in hoofdzaak slechts bij een opengrondsteelt van augurken of komkommers voorkomt. Het ligt voor de hand hier verband te zoeken met de wijze van overbrenging. Bij de teelt onder glas kan nl. gemakkelijk een intensieve bestrijding van de bladluizen worden uitgevoerd. Daarentegen worden de planten bij deze teeltwijze veelvuldig aangeraakt, o.a. bij het snoeien, dat soms met tussenpozen van minder dan een week plaats vindt. In elk geval is het een feit, dat de verbreiding van de virussen 2 en 2A tot nu toe beperkt is gebleven tot de teelt onder glas. De aanwezigheid van deze virussen is alleen maar geconstateerd in enkele West-Europese landen (Engeland, Nederland, Duitsland, Denemarken) en wellicht in Rusland. Ze zijn in Nederland buiten het Zuidhollandse Glasdistrict van weinig betekenis. In het bekende zaadteeltgebied van Noordholland zijn ze tot nu toe (bij de zaadteelt van komkommers) niet aangetroffen.

Het optreden van komkommervirus 1 bij de teelt onder glas in het Zuidhollandse Glasdistrict is van veel recenter datum. Dit betreft hetzelfde virus, dat zulk een ernstige schade teweeg kan brengen aan de augurkenteelt in de omgeving van Venlo. Tot voor kort was dit virus voor de komkommerteelt in

[1] Aangenomen voor publikatie 9 november 1959.

Nederland van geen enkel belang. De laatste jaren heeft het zich echter in meer of minder hevige mate geopenbaard bij de zgn. nateeltkomkommers (in de herfst). De jonge planten hebben dan tijdens de opkweekperiode in de nazomer blootgestaan aan een bladluis-invasie. De lage temperatuur, die bij deze teeltwijze wordt aangehouden, verhoogt bovendien in ernstige mate de gevoeligheid van het gewas voor dit virus. Het virus is zowel in de oude als in de nieuwe wereld in tal van landen reeds sinds lange tijd bekend.

In deze chronologische opsomming moet als laatste het komkommernecrosevirus worden genoemd. Behalve in Nederland is dit virus tot nu toe alleen nog maar in Canada bij komkommer waargenomen. Dit virus, dat van alle hier genoemde virussen verreweg de ernstigste schade veroorzaakt, komt nog slechts voor in enkele vrij nauw begrensde gebieden (Delft, Pijnacker, Nootdorp, Leidschendam). Waar het virus echter éénmaal aanwezig is, raakt men het niet gemakkelijk meer kwijt. Dit virus kan namelijk heel goed in de grond overblijven. Wel treedt het in het ene jaar sterker op de voorgrond dan in het andere jaar, hetgeen hoogstwaarschijnlijk samenhangt met verschillen in groeiomstandigheden.

Uit het bovenstaande blijkt wel, dat de aantasting van de komkommer door virusziekten de laatste jaren een probleem is geworden, dat dringend om nadere bestudering vroeg. Hoewel dit onderzoek nog niet is afgesloten, zullen de belangrijkste resultaten in de volgende hoofdstukken worden besproken.

KOMKOMMERVIRUS 1 (*Cucumis virus 1* SMITH)

a. Ziektebeeld

Op de jonge bladeren ontstaan lichtgroene ronde vlekjes. Naast deze vlekjes zijn meestal lichtgroene geheel of gedeeltelijk gesloten ringetjes en slingerende lijnen te onderscheiden (kleurenafb. en fig. 1). Vrij spoedig krijgen de vlekjes een gelige kleur. Op de oudere bladeren is een overwegend geel mozaïekbeeld zichtbaar. De vruchten zijn in meer of mindere mate gevlekt. In het beginstadium ontstaan hierop lichtgroene bultjes (kleurenafb.) en soms ook lichtgroene ringetjes (fig. 2). Door dit virus worden groei en opbrengst sterk gereduceerd. Het treedt praktisch alleen in nateeltkomkommers op. Wanneer bij een dergelijke teelwijze een aantasting door dit virus gepaard gaat met een te lage temperatuur, kunnen de planten plotseling verwelken en afsterven. In dit geval kan de schade catastrophaal zijn.

De aanwezigheid van komkommervirus 1 in komkommers doet vooral bij een vroege infectie het aantal mannelijke bloemen sterk toenemen, terwijl het aantal vrouwelijke bloemen wordt gereduceerd (VAN KOOT & VAN DORST, 1958).

b. Eigenschappen van het virus

Door TJALLINGII (1952) zijn de eigenschappen van dit virus uitvoerig bestudeerd. Het blijft niet in de grond achter en wordt ook niet door komkommerzaad overgebracht. Er bestaan een groot aantal waardplanten. Door snoeien is overbrenging mogelijk, door bladluizen gaat dit zeer gemakkelijk.

Uitgezonderd in nateeltkomkommers, treft men het komkommervirus 1 bij komkommers onder glas slechts sporadisch aan. In het algemeen bestaat de tendens, dat de door bladluizen overgebrachte virusziekten bij de teelten onder glas verhoudingsgewijs minder belangrijk zijn dan bij buitenteelten zoals in augurken, waarin het komkommervirus 1 tot voor kort nog één der grootste

problemen schiep. Bij een nateelt tomaten (VAN KOOT & CAMFFERMAN, 1952), waarvoor de planten buiten worden opgekweekt en daarbij door bladluizen worden bevlogen, kan men dit virus echter nogal eens aantreffen. In paprika en spaanse peper, waar de bladluisbestrijding ook onder glas vaak moeilijkheden baart, is dit virus zelfs vrij algemeen verbreid.

c. Het voorkomen van komkommervirus 1 in nateelt komkommers

Hoewel de kaskomkommer zeer vatbaar is voor komkommervirus, komt deze virusziekte in Nederland in dit gewas toch weinig voor. De verklaring hiervoor is dat verreweg de belangrijkste infectie- en verspreidingsbron van dit virus wordt gevormd door de bladluizen. De teelt van komkommers heeft praktisch alleen plaats van december tot augustus. Pas in de maand juni kan van een behoorlijke bladluis-migratie gesproken worden. De planten zijn dan reeds volgroeid, soms zelfs afgedragen en ze reageren nauwelijks meer op een eventuele besmetting. Gelijk TJALLINGII (1952) reeds opmerkte kan hier met recht gesproken worden van ontsnapping aan komkommervirus 1 besmetting.

Geheel anders zijn de omstandigheden voor de nateeltkomkommers. Deze worden begin juli gezaaid, geplant begin augustus en de teelt eindigt in november. Tot in september zijn nog heel wat gevleugelde bladluizen aanwezig, die een infectie kunnen veroorzaken. De nakomelingen hiervan dragen dan wel zorg voor de virusverspreiding. Een ernstige besmetting door dit virus heeft in het najaar van 1958 plaats gevonden. In alle gevallen waar dit virus optrad, waren ook bladluizen in het gewas aanwezig. Dit betrof steeds de groene katoenbladluis (*Aphis gossypii* GLOVER). De heer D. HILLE RIS LAMBERS was zo welwillend deze luis voor ons te determineren. Op sommige bedrijven is als gevolg van deze virusaantasting wel de helft van de in produktie zijnde planten weggevallen.

Het meest opvallende verschijnsel bij deze virusaantasting in herfstkomkommers is het sterk variërende ziektebeeld. Vroeg aangetaste planten vertonen veelal alleen een duidelijk mozaïek. Later aangetaste planten kunnen eveneens een meer of minder duidelijk mozaïek vertonen, maar sterven bovendien meestal af als gevolg van een plotseling optredende verwelking. Sommige planten sterven dan zelfs af zonder dat enige mozaïek te zien is geweest. Hoewel de oorzaken van dit verschil in gedrag nog niet met zekerheid zijn vastgesteld, zijn er toch aanwijzingen, die doen denken aan een sterke invloed van de temperatuur, juist zoals door TJALLINGII bij de augurk is vastgesteld. Volgens diens onderzoek leidt een hoge temperatuur (maximum dagtemperatuur boven 25°C) tijdens de incubatieperiode tot het optreden van mozaïeksymptomen, terwijl zich bij lage temperatuur (maximum dagtemperatuur beneden 20°C) verwelkings- en afstervingsverschijnselen kunnen voordoen. Bij tussenliggende temperaturen zijn combinaties van beide ziektebeelden mogelijk. Of deze temperatuurgrenzen bij de komkommer precies gelijk liggen is nog onvoldoende onderzocht; wellicht liggen ze bij dit warmte-behoeftige gewas iets hoger.

Het laat zich indenken, dat bij een vroege aantasting (in augustus) de temperatuur nog voldoende hoog is, zodat alleen een mozaïek zichtbaar wordt. In verband met de in het algemeen lage geldelijke opbrengst van een herfstteelt vindt hierbij slechts een minimale verwarming plaats, waarmee vaak zeer laat wordt gestart. Dit verklaart waarom bij een wat latere aantasting (in september) de temperatuur zo laag kan zijn, dat een gecombineerd ziektebeeld optreedt of soms zelfs alleen maar een plotselinge verwelking en afsterving.

a. Ziektebeeld

Op de jonge bladeren ontstaan lichtgroene en donkergroene gedeelten. De lichtgroene gedeelten zijn vlak, terwijl de donkergroene zich als blaren (pokken) verheffen (kleurenafb. en fig. 3). Dit beeld is kenmerkend. Vaak zijn de bladeren asymmetrisch en meestal is de bladrand iets naar binnen gebogen. Op wat ouder blad zijn de blaren (pokken) in mindere mate aanwezig. Er is dan vaak slechts een overwegend groen mozaïek zichtbaar.

Het komt vooral bij jonge komkommerplanten nogal eens voor, dat er enige weken nadat de aantasting zich heeft geopenbaard, een periode van verscheidene dagen optreedt, waarin op de jongste bladeren geen of slechts in zeer geringe mate symptomen zijn waar te nemen. Waarschijnlijk is de virusconcentratie in de groeitop tijdelijk extra laag, wat samengaat met een vaak enorm sterke groei van dit gewas. De tuinders zeggen dan wel: „Ze groeien er doorheen". Er zijn ons echter geen voorbeelden bekend, dat de planten er inderdaad doorheen gegroeid zijn. Hoewel de vruchten meestal geen aantasting vertonen, kan er soms toch in meer of mindere mate een mozaïek worden waargenomen (kleurenafb.). Ook kan bij een aantasting door dit virus groeiremming optreden.

b. Eigenschappen van het virus

Door AINSWORTH (1935), USCHDRAWEIT (1955) en KRISTENSEN (1956) zijn de eigenschappen van dit virus uitvoerig bestudeerd. Er bestaat grote gelijkenis met het tabaksmozaïekvirus, hetgeen ook uit ons eigen onderzoek naar voren kwam. Serologisch is er eveneens enige verwantschap met het tabaksmozaïekvirus (BAWDEN & PIRIE, 1937 en KRISTENSEN, 1956). Door KNIGHT (1955) wordt dit virus echter niet als een stam van het tabaksmozaïekvirus beschouwd. Elektronenmicroscopisch bezien zijn de deeltjes staafvormig (LIEM, 1956).

Dit virus komt alleen op *Cucurbitaceae* voor, echter niet op alle soorten. Zo zijn *Cucurbita pepo* en *Bryonia dioica* onvatbaar (AINSWORTH, 1935). Toetsplanten zijn niet bekend. Er bestaan reeds geruime tijd aanwijzingen, dat het virus over gaat met het zaad (BEWLEY & CORBETT, 1930). Het wordt zeer gemakkelijk met snoeien overgebracht; echter niet door insekten (AINSWORTH, 1935). Daar het komkommergewas een zeer intensieve verzorging vraagt (zo moet het soms wel 2 maal per week worden gesnoeid), is er een grote kans, dat men hierbij het virus overbrengt. De incubatieperiode bedraagt 10–14 dagen. Dit betekent, dat de planten, die een vorige maal zijn besmet bij de daarop volgende behandeling nog niet als zodanig kunnen worden herkend. Hierdoor wordt het overbrengen van het virus sterk in de hand gewerkt. Zeer waarschijnlijk vormt de grond een infectiebron (BEWLEY, 1925). Gezien de lange levensduur in vitro en de verwantschap met het tabaksmozaïekvirus lijkt dit inderdaad zeer goed mogelijk.

c. Het zaad als infectiebron

Reeds door BEWLEY & CORBETT (1930) is gewezen op het zaad als mogelijke infectiebron van dit virus. Door ons onderzoek is overgang met het zaad duidelijk aangetoond. Enkele jaren geleden werd tijdens de opkweek van een nateelt komkommers een belangrijke besmetting waargenomen. Er was zeer vers zaad gebruikt. De conclusie, dat het virus met het zaad was meegekomen, lag voor de

hand. Er zijn toen verschillende proeven genomen om na te gaan, in hoeverre het zaad een besmettingsbron kan vormen.

In één van deze proeven werd uitgegaan van zaad, dat verkregen was van planten, welke reeds tijdens de bestuiving der vrouwelijke bloemen een duidelijk virusbeeld vertoonden. Een jaar lang werden om de twee weken, 65 zaden uitgezaaid. De eerste zaaiing vond een week na de zaadwinning plaats. Naarmate het zaad langer was bewaard, nam het percentage besmette planten af. Aanvankelijk bedroeg de besmetting vanuit het zaad 12%; na ongeveer 7 maanden werd nog een keer 2% overgang gevonden. Bij een langere bewaring trad geen besmetting meer op (fig. 4).

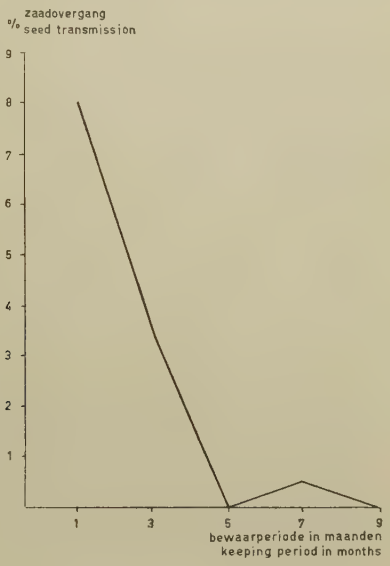


FIG. 4. Overgang van komkommervirus 2 met zaad
Seed transmission of Cucumis virus 2
Voor het verkrijgen van de afgebeelde lijn zijn telkens de uitkomsten van 4 achtereenvolgende zaaidata gemiddeld.

Het hoogste percentage zaadovergang dat ooit kon worden vastgesteld bij dit onderzoek bedroeg 15%. Uit de geleidelijke afname van het aantal besmette planten bij langere bewaring van het zaad, valt op te maken, dat de besmetting niet vanuit het zaad, doch vanaf de zaadhuid met aanhechtend vruchtvlees plaats vindt. Praktijkwaarnemingen wijzen er op, dat zaadovergang wellicht een enkele maal zal kunnen plaatsvinden bij zaad dat langer dan 7 maanden is bewaard. Het is daarom niet zeker, dat het afleveren van overjarig zaad een absolute garantie geeft voor het virusvrij zijn van het zaad.

Toch mag het feit, dat dit virus zich slechts aan de oppervlakte van het zaad bevindt, een gelukkige omstandigheid genoemd worden. Hierdoor is de mogelijkheid geschapen naar een middel te zoeken, waarmee een zo goed mogelijke ontsmetting van het zaad kan worden bereikt. Van een aantal middelen, waarvan bekend is, dat ze in meer of mindere mate inactiverend op virus kunnen werken, is nagegaan in hoeverre het komkommerzaad een behandeling hiermee kan verdragen. Ook enkele middelen met een sterk reinigend vermogen zijn in dit opzicht onderzocht. Het is gebleken, dat de kiemkracht van komkommerzaad niet noemenswaardig wordt benadeeld door middelen zoals teepol, bleekwater, trinatriumfosfaat + groene zeep, soda, waterstofperoxyde en calcium-

hypochloride. Wel kunnen enkele van deze middelen (calciumhypochloride, bleekwater en trinatriumfosfaat + groene zeep) soms enigermate een remmende invloed uitoefenen op het uitgroeien van de kiempjes. In hoeverre deze middelen in de praktijk bruikbaar zijn voor ontsmetting van komkommerzaad is nog in onderzoek.

Uit het onderzoek is tevens gebleken, dat een zaadinfectie op zijn vroegst op het tweede loofblad tot uiting komt. Bij de meeste planten wordt het eerste symptoom op het vierde of vijfde loofblad zichtbaar en het behoort beslist niet tot de uitzonderingen, dat dit pas op het zesde loofblad het geval is.

De sterke uitbreiding van het komkommervirus 2 gedurende het laatste decennium is stellig voor een belangrijk deel aan de zaadbesmetting te wijten. Dit is in de hand gewerkt door het sterk doorgevoerde selectiewerk in dit gewas, waarbij het afgeleverde zaad vaak nog vers was. Het winnen van nieuwe selecties zal, vooral in verband met het bitterheidsprobleem, in de komende jaren wel onverminderd worden voortgezet. Dit behoeft echter niet beslist tot een verdere uitbreiding van deze virusziekte te leiden. Door het handelszaad buiten het eigenlijke teeltgebied te winnen, kan besmetting grotendeels worden voorkomen. Bij een uitgebreide controle in het zaadteeltgebied van Noordholland kon dit virus nergens worden waargenomen. Indien voor de zaadteelt vers zaad wordt gebruikt, is het wel ten zeerste gewenst, dit zaad zo goed mogelijk te ontsmetten en een scherpe selectie op de jonge planten toe te passen.

d. Het enten als besmettingsbron

Ter voorkoming van aantasting door *Fusarium*, nam het enten van komkommers op de onderstam *Cucurbita ficifolia* na de laatste wereldoorlog een behoorlijke omvang aan. Dat mede hierdoor de sterke verbreiding van komkommervirus 2 in de hand is gewerkt, is wel zeer waarschijnlijk. Proefnemingen, waarbij de *C. ficifolia*-onderstammen voor het enten besmet werden, toonden aan, dat het virus gemakkelijk van de onderstam in de ent kan overgaan. Wanneer bij het enten gebruik werd gemaakt van een besmet mesje vond eveneens virusovergang plaats (tabel 1). Telkens konden achtereenvolgens minstens 5 planten worden geïnfecteerd zonder dat opnieuw virus op het mesje behoefde te worden gebracht.

Het meest valt op, dat *C. ficifolia* na besmetting nimmer mozaïek vertoonde. Bij de geënte planten werd een scheut van de onderstam aangehouden. Ook hierop werd nimmer enig ziektebeeld waargenomen, zelfs niet in die gevallen waar de enten het virus duidelijk vertoonden. De bij *C. ficifolia* van nature aanwezige gevlektheid van het blad is wellicht oorzaak van het niet duidelijk op de voorgrond treden van de virusverschijnselen. In dit verband is het waarschijnlijk dat deze onderstam als carriër voor dit virus optreedt. Het is dan ook niet mogelijk zieke onderstammen als zodanig te herkennen. Hierdoor bestaat het gevaar dat het virus zich ongemerkt verspreidt. De omstandigheid, dat men het onderstamzaad veelal in de vruchten laat narijpen tot kort voor het moment, waarop het zal worden uitgezaaid, kan ook bijdragen tot een grotere verspreiding van het virus. Juist omdat een besmetting van dit gewas vrijwel niet is te herkennen, kon zaadovergang evenwel nog niet met zekerheid worden vastgesteld. Er schuilen in het gebruik van deze onderstam dus stellig gevaren, ook al is een juiste waardering hiervan nog niet goed mogelijk. Ook om andere redenen wordt naar een geschikte vervanger voor *C. ficifolia* gezocht. Uit het oogpunt

Tabel 1. Besmetting bij het enten
Table 1. Infection by grafting

Behandeling *Treatment*	aantal planten *number of plants*	mozaïek *mosaic*	
		onderstam *root stock*	ent *scion*
C. ficifolia niet besmet met virus . . . . . C. ficifolia *not infected with virus*	16	0	
C. ficifolia besmet met virus . . . . . C. ficifolia *infected with virus*	19	0	
C. ficofolia niet besmet met virus en later geënt . . . C. ficifolia *not infected with virus and grafted later* . .	19	0	0
C. ficifolia besmet met virus en later geënt . . . . . C. ficifolia *infected with virus and grafted later* . . .	16	0	9
C. ficifolia niet besmet met virus, tijdens het enten werd een besmet mesje gebruikt . . . . . C. ficifolia *not infected with virus, grafting done with contaminated knife*	15	0	15

van het komkommervirus 2 zou het gunstig zijn, indien deze uit de variabele soort *Cucurbita pepo* zou kunnen komen, omdat deze onvatbaar voor dit virus is.

e. De grond als mogelijke infectiebron

Dat de grond een infectiebron voor dit virus zou kunnen vormen, wordt door ons reeds lang vermoed. Praktijkwaarnemingen wijzen in deze richting. Ook BEWLEY (1925) is dezelfde mening toegedaan. Een bewijslevering voor deze wijze van infectie stuit op grote moeilijkheden, omdat een geschikte toetsplant voor dit virus niet bekend is. Een groot aantal *Cucurbitaceae* van uiteenlopende aard werd voor dit doel geïnoculeerd, doch geen enkele bleek als toetsplant bruikbaar te zijn. Wel is hierbij gebleken dat *Lagenaria*-species op dit virus reageren met mozaïek.

Om toch een indruk te krijgen omtrent de mogelijkheid van infectie via de wortels, werd een proef in watercultuur genomen, waarbij virusbevattend plantesap aan de voedingsoplossing werd toegevoegd. Van de op deze wijze gekweekte komkommerplanten werd 14% door het virus aangetast. Hoewel het bewijs voor een van de grond uitgaande infectie hierdoor niet is geleverd, kan men dit resultaat als een nieuwe aanwijzing voor het bestaan van deze mogelijkheid beschouwen.

KOMKOMMERVIRUS 2 A (*Cucumis virus 2 A* SMITH)

Dit virus is een aucuba-stam van komkommervirus 2. Het ziektebeeld is nogal variabel. Het bestaat uit een wit-gele mozaïekvlekking met meestal stervormige vlekken (fig. 5) en ook wel wit-gele banen langs de nerven (kleurenafb.). Ook hierbij vallen blaren (pokken) waar te nemen. In een enkel geval kan dit virus op de bladeren een ziektebeeld veroorzaken dat aan een ernstige chlorose als gevolg van een of ander gebreksverschijnsel doet denken (fig. 6). Op de stengel en bladstelen kunnen lichtgroene strepen voorkomen. Soms zijn de bloemen aangetast. Ze zijn kleiner dan normaal en over de kroonbladeren lopen brede wit-grijze

strepen. Bij jonge komkommerplanten, welke met dit virus worden geïnoculeerd, ziet men als eerste symptoom een lichtkleuring van de fijnere nerfjes. Dit beeld zou heel goed met natriumchloraatbeschadiging verward kunnen worden. Het komt zelfs voor, dat reeds op het vruchtbeginsel, voordat het vrouwelijke bloempje bloeit, de mozaïekvlekking zichtbaar is. Op de vruchten is een mozaïekbeeld meestal duidelijk zichtbaar. De tekening is hierbij scherper begrensd en de kleuren zijn lichter dan bij een aantasting door komkommervirus 2 (kleurenafb.). Het is begrijpelijk dat door dit virus de groei en opbrengst veel meer gedrukt worden dan door komkommervirus 2.

Het door dit virus veroorzaakte ziektebeeld is in de zomer veel duidelijker dan in de winter. Wanneer in de zomer met komkommervirus 2 A geïnoculeerde planten de winter worden overgehouden, ziet men tegen de winter het virusbeeld zodanig vervagen, dat het nauwelijks meer van komkommervirus 2 is te onderscheiden. In het voorjaar keert het typische aucubabeeld terug. Indien men jonge komkommerplanten met sap afkomstig van deze overwinterde planten inoculeert, ziet men echter steeds, ook in de winter, onmiddellijk het aucubabeeld verschijnen. Waarschijnlijk neemt de hevigheid van het ziektebeeld toe, naarmate de temperatuur hoger is. Vovk (1954) vermeldt een directe verandering van komkommervirus 2 in komkommervirus 2 A wanneer komkommerplanten, geïnfecteerd met komkommervirus 2, waren onderworpen aan temperaturen boven 30°C. Wellicht zijn behalve een verhoogde temperatuur ook de daglengte en de lichtintensiteit van invloed op de hevigheid van het ziektebeeld.

KOMKOMMERNECROSEVIRUS

a. Ziektebeeld

Op de jonge bladeren worden talrijke geelgroene vlekjes gevormd. In deze vlekjes ontstaat een bruin centrum en van hieruit begint de afsterving van het weefsel (kleurenafb.). Dit kan het best worden waargenomen als het blad tegen het licht gehouden wordt. Naarmate het blad ouder is, zijn een groter aantal vlekjes afgestorven. Wellicht zou dit ziektebeeld wel eens met bladvuur of een andere bladvlekkenziekte verward kunnen worden, maar bij dit virus zijn de vlekjes kleiner en talrijker. Soms ziet men op enkele oudere bladeren bruine nerfjes. Tussen de bruine nerfjes sterft het weefsel af (fig. 7).

De vruchten kunnen overdekt zijn met kleine ronde ingezonken lichtgekleurde plekjes, die omgeven zijn door een donkergroene waterige rand (kleurenafb.). Soms zijn deze plekken wat groter, meer grijsachtig en niet ingezonken, waarbij de donkergroene rand minder in het oog valt. Het komt voor dat er maar enkele ingezonken plekjes op de vrucht aanwezig zijn, doch er kunnen er zoveel zijn, dat ze niet meer afzonderlijk zijn te onderscheiden. Bij het doorbreken van de aangetaste vruchten ziet men, dat het weefsel inwendig lichtbruin gekleurd is. Dit kan zo erg zijn, dat de zaadlijsten niet meer duidelijk zijn te onderscheiden. Dergelijke vruchten zijn onverkoopbaar. Naarmate de aantasting ernstiger is, gaan de vruchten eerder tot rotting over. Als gevolg van een besmetting door dit virus kunnen de planten zelfs geheel afsterven.

b. Eigenschappen van het virus

Door ons (van Koot & van Dorst, 1955) werd deze ziekte aanvankelijk aan een virus van het tobacco ringspot type toegeschreven. Dit is echter niet geheel

juist gebleken (VAN DORST, 1956). Hoewel het virus enerzijds eigenschappen vertoont die met tobacco ringspot virus overeenstemmen, heeft het anderzijds eigenschappen die eerder aan een tabaks necrose type doen denken. Op voorstel van Ir. D. H. M. VAN SLOGTEREN heeft nu de naam „komkommernecrosevirus" ingang gevonden. Het is niet geheel uitgesloten dat van beide virus-typen componenten in het spel zijn. In dit verband is een mededeling van MCKEEN (1958) over twee nieuwe virusziekten bij komkommers onder glas in Ontario interessant. Het door hem genoemde cucumber necrosis virus vertoont veel eigenschappen van de tobacco necrosis virus groep. Het andere virus veroorzaakt vooral een nerfnecrose en schijnt in eigenschappen met de tobacco ringspot groep overeen te stemmen.

Als inactiveringstemperatuur is 60 °C gevonden bij verhitting van het sap gedurende 10 minuten, waarna komkommerzaadlobben met dit sap werden geïnoculeerd (VAN KOOT & VAN DORST, 1955). Bij inoculatie op bonen bleek later, dat het virus bij verhitting gedurende 10 minuten tot 80 °C nog niet volledig geïnactiveerd wordt. Bij 60 °C loopt het infectievermogen echter reeds belangrijk terug. Volgens MCKEEN (1958) ligt de inactiveringstemperatuur van cucumber necrosis virus tussen 75 en 78 °C. Bij bewaring in vitro vond LIEM (1956) dat na 10 dagen het infectievermogen verloren was gegaan. MCKEEN (1958) verkreeg na 28 dagen nog wel infectie.

Op komkommerzaadlobben is een verdunningsgrens vastgesteld welke overeenkomt met die van het tobacco ringspot virus nl. 1 : 1000 (van KOOT & VAN DORST, 1955). Op bonen echter werd met een verdunning van 1 : 10.000 nog infectie verkregen. MCKEEN (1958) vond op komkommer een verdunningsgrens van 1 : 1000, terwijl deze op *Vigna sinensis* 1 : 10.000–100.000 bedroeg. De incubatieperiode kan sterk variëren, maar bedraagt altijd meer dan 2 weken.

In Canada (MCKEEN, 1959) is behalve de komkommer geen andere waardplant gevonden, die systemisch op het cucumber necrosis virus reageert. Op *Nicotiana tabacum* var. White Burley werd tijdelijk een systemisch beeld waargenomen, zoals typerend is voor de tobacco ringspot groep. Later trad bovenin de planten een volledig herstel op. Het werd wel in de wortels van enige andere *Cucurbitaceae* aangetroffen, zonder dat spreidsymptomen op traden. In komkommerwortels vond MCKEEN (1957) een hogere concentratie van het virus dan in de andere plantedelen. Het virus wordt gemakkelijk met snoeien overgebracht. Er zijn geen aanwijzingen voor overdracht met zaad of insekten. Het virus blijft in de grond over en tast waarschijnlijk van daar uit de plant aan. Ook MCKEEN (1958) heeft deze ervaring opgedaan.

c. Waardplanten

In 1954 is dit virus voor het eerst in Nederland op komkommers waargenomen. Nadien is het in de praktijk ook nog op de onderstam *Cucurbita ficifolia* aangetroffen. Dit gewas reageert slechts met zwakke symptomen, bestaande uit kleine geelbruine vlekjes op de bladeren. Deze kunnen worden waargenomen indien aan een volwassen geënte plant een scheut van de onderstam uitloopt. Al vertoont zo'n geënte komkommerplant duidelijk de virusverschijnselen, dan zijn lang niet altijd symptomen op het onderstamblad te zien.

Terwijl komkommerzaadlobben, met dit virus geïnoculeerd, reageren met vrij grote necrotische ringen, geven normale loofbladeren evenals bladeren van *Nicotiana glutinosa*, *Nicotiana tabacum* var. White Burley en *Vigna sinensis* kleinere necrotische vlekjes te zien. In het onderzoek is de boon steeds als toets-

plant gebruikt, nl. de stoksnijboon ras Verschoor. Het voordeel van deze boon is dat de enkelvoudige bladeren zeer groot zijn. Deze reageren voornamelijk met ronde bruine vlekjes met een licht centrum. Op de samengestelde bladeren ontstaan daarentegen voornamelijk bruine nerfjes. Gebleken is dat de enkelvoudige bladeren op lagere virusconcentraties reageren dan de samengestelde. Op eerstgenoemd type bladeren is soms al 24 uur na inoculatie het begin van de reactie zichtbaar. LIEM (1956) vermeldt dat het virus zich in de boon kan verspreiden. Dit is echter stellig geen regel. Zoals reeds is vermeld, is bij *Nicotiana tabacum* waargenomen, dat tijdelijk een systemisch beeld ontstond.

Om mogelijke waardplanten voor dit virus onder de in het Westland veel geteelde groentegewassen te vinden, werden in een betrekkelijk jong stadium tomaat-, bloemkool- en slaplanten met dit virus besmet. De geïnoculeerde tomaat- en bloemkoolbladeren gaven een duidelijke lokale reactie te zien, bestaande uit talrijke bruine ringvormige vlekjes, die bij de bloemkool groter waren dan bij de tomaat. Op de geïnoculeerde slabladeren zijn geen verschijnselen van een virusziekte waargenomen. Spreidsymptomen zijn bij geen van deze planten opgetreden.

d. Invloed van de groeiomstandigheden

Reeds ongeveer een maand na het uitplanten kunnen de eerste virusverschijnselen zich openbaren. Hoewel de invloed van de groeiomstandigheden op de ontwikkeling van het virusbeeld nog onvoldoende is onderzocht, is het toch wel een feit, dat deze invloed bestaat. Opvallend is dat de planten tijdens een periode van mooi warm weer plotseling kunnen herstellen. Op de bladeren en vruchten, die in die periode tot ontwikkeling komen, zijn dan geen verschijnselen van dit virus te zien. Het omgekeerde echter vindt plaats tijdens een koele of regenrijke periode. MCKEEN (1958) vermeldt dat bij een korte dag de gevolgen van een aantasting door dit virus aanzienlijk ernstiger zijn dan bij een lange dag. Wij zijn echter de mening toegedaan, dat in dit opzicht niet zozeer de daglengte, doch eerder een te lage temperatuur en een te geringe lichtintensiteit primair zijn.

Dat een goed functionerend wortelgestel zeer belangrijk is, blijkt uit het feit, dat geënte planten minder gevoelig voor dit virus zijn. Zij worden wel aangetast doch minder ernstig. Bij een weersverandering ten goede ziet men vaak, dat geënte planten volledig herstellen, terwijl niet geënte planten op een zelfde bedrijf reeds zover zijn afgestorven, dat herstel niet meer mogelijk is.

e. De grond als infectiebron

Op percelen waar dit virus eenmaal in komkommers is opgetreden, keert de aantasting in volgende teelten regelmatig weer. Dit doet vermoeden, dat het virus in de grond kan overblijven. Om dit vast te stellen werd grond verzameld van een platglasrij, waarin de komkommerplanten in ernstige mate van dit virus te lijden hadden. Deze grond werd in kisten in een open schuur bewaard, zodat geleidelijk uitdroging plaats vond. Na 6 maanden bewaring kon de aanwezigheid van het virus nog worden aangetoond, hoewel de grond reeds sterk was uitgedroogd. Aangezien het virus in uitgedroogde grond na een half jaar nog aanwezig is, mag worden aangenomen, dat het onder natuurlijke omstandigheden minstens zo lang in de grond achterblijft.

Om na te gaan of infectie via de wortels mogelijk is, werd een proef in watercultuur genomen. Aan de voedingsoplossing werd virusbevattend plantensap

toegevoegd. Van de op deze wijze gekweekte komkommerplanten werd 5 % door het komkommernecrosevirus aangetast. In een andere proef werden komkommerplanten in met dit virus besmette grond in Wisconsintanks opgekweekt, bij grondtemperaturen van 13, 17, 21 en 24 °C. Gedurende de proef zijn op de bladeren en vruchten nimmer virusverschijnselen waargenomen. Door inoculaties op bonen, welke aan het eind van de proef met sap uit de kop der komkommerplanten werden verricht, kon echter worden vastgesteld dat bij 13 °C grondtemperatuur het virus wel de planten was binnengedrongen. Dat het ziektebeeld gemaskeerd was, is wellicht toe te schrijven aan het feit, dat de luchttemperatuur gedurende de proef aan de hoge kant was.

Er zijn dus wel sterke aanwijzingen, dat het komkommergewas van de grond uit besmet kan worden. Bij gunstige groeiomstandigheden (in het bijzonder een hoge temperatuur) blijft het virus echter latent aanwezig in de plant en doet dan geen schade.

PRAKTIJKMAATREGELEN MET BETREKKING TOT VIRUSZIEKTEN

Daar het komkommervirus 2 A in eigenschappen volkomen overeenstemt met het komkommervirus 2, behoeft hieraan in dit verband niet afzonderlijk aandacht te worden besteed. Er blijven dan drie virusziekten ter bespreking over: komkommervirus 1, komkommervirus 2 en komkommernecrosevirus. Deze lopen echter zozeer uiteen in karakter, dat de hiertegen te treffen maatregelen geheel verschillend zijn.

a. Maatregelen met betrekking tot komkommervirus 1

Dit virus treedt voornamelijk op bij een herfstteelt. Bladluisbestrijding tijdens de opkweek en bij de aanvang van de teelt is hier primair. Men zal deze bestrijding regelmatig en bij voorbaat moeten toepassen ook al heeft men nog geen enkel luisje gezien. Er moet hierbij worden bedacht, dat reeds een betrekkelijk klein aantal bladluizen, dat in de praktijk nauwelijks wordt opgemerkt, in staat is om een ernstige aantasting door dit virus te weeg te brengen. Het beste voldoet een niet systemische fosforzure ester met lange nawerking, zoals parathion of malathion. Bij de herfstteelt van tomaten is wel gebleken, dat met bovengenoemde werkwijze, mits nauwlettend uitgevoerd, een goed resultaat kan worden verkregen. Gezien het feit, dat de komkommerplanten in tegenstelling tot de tomaatplanten steeds onder glas worden opgekweekt, waar een betere luisbestrijding mogelijk is, mag worden verwacht, dat deze werkwijze bij de komkommer minstens zo effectief zal zijn als bij de tomaat.

Wordt men bij een herfstteelt deze virusaantasting gewaar, dan staat men voor een moeilijke keuze. Laat de aantasting zich ernstig aanzien dan doet men het verstandigst de teelt maar te beëindigen, daar deze anders toch hoogstwaarschijnlijk tot mislukking is gedoemd. Betreft het echter nog slechts enkele planten, dan kan men alsnog een intensieve bladluis-bestrijding toepassen, hoewel men dan feitelijk hiermee te laat is. Tevens zal men dan vroegtijdig moeten gaan stoken en hierbij een wat hogere temperatuur moeten aanhouden dan men gewoon is. Op deze wijze kan worden voorkomen, dat de nieuw aangetaste planten geheel te gronde gaan.

b. Maatregelen met betrekking tot komkommervirus 2

Dit virus kan bij alle teeltwijzen veelvuldig worden aangetroffen. De belang-

rijkste besmettingsbron is waarschijnlijk het zaad. In dit verband is het van groot belang, dat de winning van handelszaad plaats vindt buiten de eigenlijke teeltcentra van komkommers. De kans op besmetting tijdens de teelt is dan veel geringer. Zo komt het virus in het zaadteeltgebied van Noordholland nog vrijwel niet voor. Het is tevens van belang, dat men bij de zaadwinning uitgaat van overjarig zaad, omdat het op het zaad eventueel aanwezige virus na een jaar bewaring vrijwel nooit meer actief zal zijn. Het in de handel brengen van uitsluitend overjarig zaad zou dan ook een andere mogelijkheid zijn om de verbreiding van deze virusziekte tegen te gaan. Gezien de stormachtige ontwikkeling gedurende de laatste jaren ten aanzien van het kweken van nieuwe komkommerrassen (o.a. in verband met resistentie tegen bitterheid en tegen bepaalde ziekten) lijkt laatstgenoemde maatregel op dit moment in de praktijk moeilijk uitvoerbaar. Er wordt daarom intensief gezocht naar mogelijkheden tot zaadontsmetting. Hierbij wordt enerzijds gedacht aan een zo goed mogelijke reiniging van het zaad, waarbij virusbevattend vruchtvlees zo volledig mogelijk van het zaad wordt verwijderd, anderzijds aan een rechtstreekse inactivering van het zich op de zaadhuid bevindende virus. In de praktijk meent men hiermee reeds goede resultaten te hebben behaald (zo bijvoorbeeld de firma Rijk Zwaan door een behandeling met een 10 % soda-oplossing). De uitkomsten van onze eerste proefnemingen zijn echter nog niet zodanig, dat hierop een duidelijk advies kan worden gebaseerd.

Ook in het enten van de komkommer schuilt een groot gevaar in verband met de verbreiding van dit virus. De onderstam kan besmet zijn zonder dat men dit ziet. Bovendien kan bij de uitvoering van het enten heel gemakkelijk virus met het mes worden overgebracht. Een afdoende bescherming tegen het gevaar voor virusoverbrenging bij het enten is niet mogelijk, zolang een onderstam wordt gebruikt, waarop men het virus niet goed kan herkennen. Er wordt nu aan gewerkt, een onderstam te verkrijgen, die onvatbaar is voor dit virus. Gelukt dit, dan zal de komkommerteler er goed aan doen op deze onderstam over te schakelen.

Natuurlijk zijn maatregelen van hygiëne in principe eveneens gunstig, daar men de ziekte gemakkelijk van de ene plant op de andere overbrengt. Het accent zal hierbij moeten vallen op het onmiddellijk verwijderen van elke verdachte plant tijdens de opkweekperiode. Een afzonderlijke behandeling van zieke en gezonde planten is haast onuitvoerbaar, terwijl men hiervan ook niet te veel mag verwachten, gezien het feit, dat de incubatieperiode aanzienlijk langer is dan de tijd, die er gewoonlijk verstrijkt tussen twee opeenvolgende behandelingen van het gewas.

c. Maatregelen met betrekking tot komkommernecrosevirus

Dit virus is tot nu toe gelukkig nog slechts in enkele teeltcentra opgemerkt. De belangrijkste infectiebron is hoogstwaarschijnlijk de grond. Waar men dan ook eenmaal last heeft gehad van dit virus, keert de ziekte veelal terug. Er zal nog uitgebreid onderzoek nodig zijn om te kunnen vaststellen, wat hiertegen het best kan worden gedaan. Wel heeft men ervaren, dat grond stomen op de wijze zoals dit in de praktijk gewoonlijk plaats vindt, geen afdoende resultaat geeft, evenmin trouwens als bijvoorbeeld tegen *Fusarium*. Dit houdt enerzijds verband met de hoge inactiveringstemperatuur, anderzijds met de diepe grondbewerking, die gepaard gaat met het uitschieten van de veuren. Ook de perspectieven ten aan-

FIG. 1. Komkommervirus 1, lichtgroene ringetjes en slingerende lijnen

Cucumis virus 1, *light green rings and wavy lines*

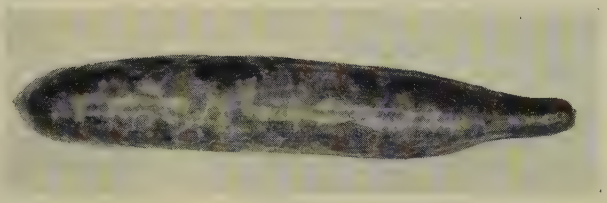


FIG. 2. Komkommervirus 1, lichtgroene ringetjes

Cucumis virus 1, *light green rings*

FIG. 3. Komkommervirus 2, donkergroene blaren (pokken) naast lichtgroene vlakke gedeelten

Cucumber virus 2, dark green blisters and light green flat areas

KOMKOMMERVIRUS NO. 1

KOMKOMMERVIRUS NO. 2

KOMKOMMERVIRUS NO. 2A

KOMKOMMERNECROSEVIRUS

FIG. 5. Komkommervirus 2 A, wit-gele stervormige vlekken
Cucumis virus 2 A, *yellowish-white star-shaped spots*

FIG. 6. Komkommervirus 2 A, chlorotisch
Cucumis virus 2 A, *chlorotic symptoms*

FIG. 7. Komkommernecrosevirus, bruine nerfjes met hiertussen afstervend weefsel
Cucumber necrosis virus, necrotic tissue between brown veins

zien van het toepassen van vruchtwisseling zijn niet hoopvol. De aantasting door dit virus is namelijk tot nu toe het meest opgemerkt bij de teelt onder platglas, waar hoogstens om het andere jaar op hetzelfde perceel komkommers worden geteeld. Het is nog geheel onbekend, in hoeverre dit samenhangt met een langdurig overblijven van het virus in de grond, dan wel voortvloeit uit andere omstandigheden, zoals bijvoorbeeld het overblijven in wortels van andere waardplanten.

Op bedrijven, waar men last ondervindt van dit virus, is het van het grootste belang, dat gezorgd wordt voor gunstige groeiomstandigheden, in het bijzonder voor een voldoend hoge temperatuur. In dit verband is het vooral van grote betekenis, dat men niet bezuinigt op de broeimest. Men kan integendeel beter wat extra broeimest gebruiken. Waar tevens verwarming aanwezig is heeft men het beter in de hand om sterke afkoeling tijdens ongunstige weersomstandigheden tegen te gaan. Een verwarmingsbuisje in de grond zal wellicht ook goede diensten kunnen bewijzen. Op besmette percelen moeten steeds geënte planten worden gebruikt, daar deze in veel mindere mate van de ziekte te lijden hebben.

SAMENVATTING

Van de in Nederland bij komkommer optredende virusziekten worden het ziektebeeld en de belangrijkste eigenschappen beschreven.

Aantasting door komkommervirus 1 vindt voornamelijk plaats bij een nateelt van komkommers. Het virus wordt overgebracht door de groene katoenbladluis (*Aphis gossypii* GLOVER) bij het opkweken en tijdens de teelt. De komkommerplanten hebben hiervan ernstiger te lijden naarmate de temperatuur gedurende de incubatieperiode lager is. De planten kunnen dan verwelken en afsterven.

Bij de teelt onder glas wordt komkommervirus 2 verreweg het meest aangetroffen. Vers komkommerzaad is een belangrijke infectiebron. Tijdens de bewaring van het zaad loopt het infectievermogen snel achteruit. Toch kan een deel van het op het zaad aanwezige virus gedurende meer dan een half jaar zijn activiteit behouden. De in Nederland veel gebruikte onderstam *Cucurbita ficifolia* kan worden beschouwd als een carriër voor dit virus. Bij het enten kan het virus gemakkelijk worden overgebracht, ook met behulp van besmet sap, dat op het hierbij gebruikte mes is achtergebleven. Er zijn aanwijzingen, dat het virus in de grond kan overblijven.

Het optreden van komkommervirus 2 A is veel minder algemeen, hoewel het ziektebeeld veel ernstiger is. De eigenschappen stemmen overeen met die van komkommervirus 2.

Het komkommernecrosevirus kan grote schade te weeg brengen aan de teelt, doordat de vruchten van de aangetaste planten onverkoopbaar zijn en de planten soms geheel afsterven. De inactiveringstemperatuur van dit virus bedraagt ruim 80 °C gedurende 10 minuten. Een groot aantal waardplanten reageert met plaatselijke necrose op de geïnoculeerde bladeren. Een enkele maal kan tijdelijk een systemisch beeld worden waargenomen, zo b.v. op *Nicotiana tabacum* var. White Burley. In de grond behoudt het virus zijn infectievermogen minstens een half jaar. Aantasting vindt van de grond uit plaats. Zij wordt bevorderd door een lage temperatuur van bodem en lucht. Tijdens een periode van warm, zonnig weer kan algeheel herstel plaats vinden. Op *Cucurbita ficifolia* geënte planten zijn veel minder gevoelig en herstellen gemakkelijker.

SUMMARY

The symptoms and the properties of the virus diseases occurring on cucumber in Holland, are described in this article.

Cucumis virus 1 occurs mainly on cucumbers grown in autumn. It is transmitted by *Aphis gossypii* GLOVER, both during the propagation period and during the remainder of the season. Cucumber plants suffer most when the temperature during the incubation period is low. The plants may then wilt and die.

Cucumis virus 2 is found very frequently in cucumber growing under glass. Freshly harvested seed is an important source of infection. Although the percentage of infection diminishes fairly rapidly with time, the virus in the seeds may retain its activity for more than half a year. *Cucurbita ficifolia*, used in Holland on a large scale as a root stock for cucumber, is a carrier of *Cucumis virus 2*. The virus is transmitted very easily during grafting, as well as by cultural measures such as pruning etc. There are indications, also, that the virus may survive in the soil.

Cucumis virus 2 A occurs very rarely. The symptoms it causes are more severe than those caused by *Cucumis virus 2*. Its physical properties are the same as those of *Cucumis virus 2*.

Cucumber necrosis virus is the most serious of the viruses affecting cucumber, as the fruits may be badly damaged and the plants sometimes die. This virus is inactivated for the most part by exposure to a temperature of 80 °C for 10 minutes. A large number of host plants react with local necrosis on the inoculated leaves. In a few cases systemic symptoms were observed temporarily, e.g. on *Nicotiana tabacum* var. White Burley. In the soil this virus can survive for more than half a year. Infection of the plants takes place from the soil. The disease is favoured by low soil- and air-temperatures. During a period of warm sunny weather complete recovery is possible. Plants grafted on *Cucurbita ficifolia* are less susceptible to an attack of cucumber necrosis virus and if infected frequently recover.

LITERATUUR

AINSWORTH, G. C., – 1935. Mosaic diseases of the cucumber. Ann. Appl. Biol. 22: 55–67.

BAWDEN, F. C. & N. W. PIRIE, – 1937. Liquid crystalline preparations of cucumber viruses 3 and 4. Nature 139: 546–547.

BEWLEY, W. F., – 1926. Mosaic disease of the cucumber. Ann. Rep. Cheshunt Res. a. Exp. Stat. 11: 86–89.

BEWLEY, W. F. & W. CORBETT, – 1930. The control of cucumber and tomato mosaic diseases in glasshouses by the use of clean seed. Ann. Appl. Biol. 17: 260–266.

DORST, H. J. M. VAN, – 1956. Virusziekten bij komkommers. Jaarversl. Proefst. Groenten- en Fruitteelt onder Glas: 124–128.

KNIGHT, C. A., – 1956. Are cucumber virus 3 and 4 strains of tobacco mosaic virus? Virology 1: 261–267.

KOOT, IJ. VAN & J. CAMFFERMAN, – 1952. Een ziekte bij tomaat, veroorzaakt door een combinatie van tomaten- en komkommermozaïek (Nicotiana virus 1 + Cucumis virus 1). T. Pl. ziekten 58: 14–20.

KOOT, IJ. VAN & H. J. M. VAN DORST, – 1955. Een nieuwe virusziekte bij komkommers. T. Pl. ziekten 61: 163–164.

KOOT, IJ. VAN & H. J. M. VAN DORST, – 1958. De invloed van enkele virussen op de bloemvorming bij komkommer. T. Pl. ziekten 64: 432–439.

KRISTENSEN, H. RØNDE, – 1956. Virussygdomme hos agurker i Danmark. Horticultura 10: 161–172.

LIEM, S. N., – 1956. Jaarversl. Inst. Pl. ziekt. Onderz. Wageningen: 113–115.

McKeen, C. D., – 1957. A ringspot virus on greenhouse cucumbers in Ontario. Phytopathology 47: 23.
McKeen, C. D., – 1958. Symptoms, behaviour and control of two new viruses of greenhouse cucumbers in Ontario. 15th International Horticultural Congress.
McKeen, C. D., – 1959: Cucumber necrosis virus. Can. J. Bot. 37: 913–925.
Tjallingii, F., – 1952. Onderzoekingen over de mozaïekziekte van de augurk (Cucumis sativus). Inst. Pl. ziekt. Onderz. Wageningen. Meded. 47: 1–117.
Uschdraweit, H. A., – 1955. Das Grünscheckungsmosaik der Gurken. Nachr. Bl. d. Pfl. Schutzd. 7: 150–151.
Vovk, A. M., – 1956. Changing the green mosaic virus of cucumber into the white mosaic virus. Ref. Pl. Breed. Abstr. 26: 367.

176
2 pe